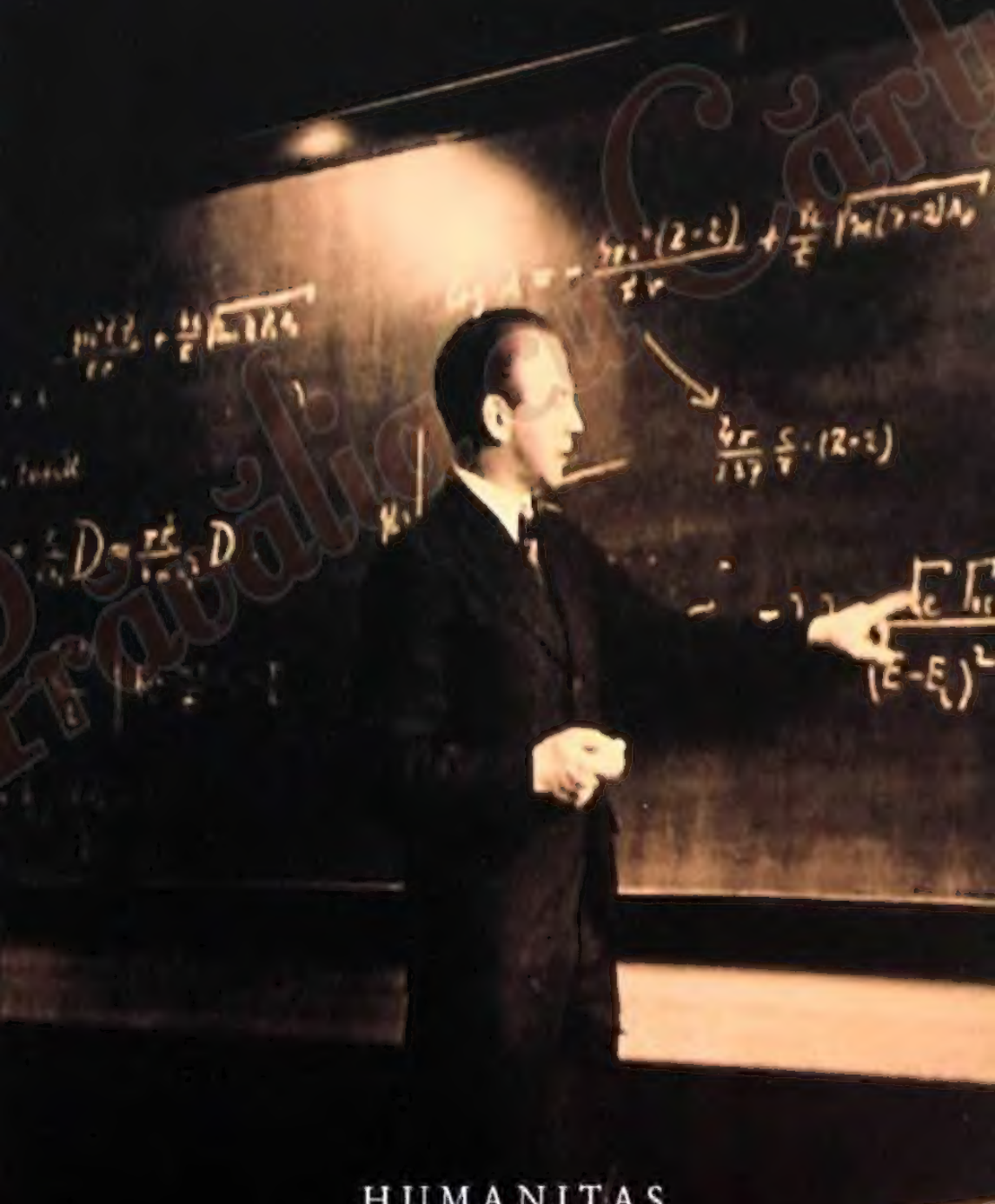
WERNER HEISENBERG

PARTEA ȘI ÎNTREGUL

Discuții în jurul fizicii atomice



HUMANITAS

WERNER KARL HEISENBERG s-a născut la Würzburg (Germania) în 1901. Tatăl său, August Heisenberg, era profesor de studii bizantine la universitatea din oraș. A studiat fizica la Göttingen, avându-l ca profesor pe Arnold Sommerfeld, iar întâlnirea cu Niels Bohr din 1922 avea să-i marcheze întreaga carieră științifică. În 1925 a creat mecanica matricială — o primă variantă a noii teorii cuantice. În 1927 a descoperit principiul de nedeterminare care îi poartă numele și care afirmă că există perechi de cantități (de pildă, poziția și impulsul unei particule) ce nu pot fi cunoscute simultan cu precizie arbitrar de mare. În cadrul școlii de la Copenhaga, alături de Bohr, a elaborat o interpretare a mecanicii cuantice devenită, în timp, cea mai cunoscută. Pentru contribuțiile sale la teoria cuantică a primit în 1932 Premiul Nobel. În anii '20 și '30 a colaborat cu Wolfgang Pauli și Paul Dirac la o primă variantă a electrodinamicii cuantice. La scurt timp după descoperirea experimentală a neutronului (1932), a propus modelul neutron-proton al nucleului atomic. Participarea sa, în timpul războiului, la programul nuclear nazist, în ciuda unor mărturii care atestă că Heisenberg l-a orientat către scopuri pașnice, a constituit obiectul unor controverse aprinse. După război, Werner Heisenberg a participat la renașterea intelectuală a Germaniei. A murit în 1976 la München.

WERNER HEISENBERG

PARTEA ȘI ÎNTREGUL

Discuții în jurul fizicii atomice

Traducere din germană de
MARIA ȚIȚEICA

Postfață de
MIRCEA FLONTA

HUMANITAS
BUCUREȘTI

Coperta
IONUȚ BROȘTIANU

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
HEISENBERG, WERNER
Partea și întregul: discuții în jurul fizicii atomice / Werner Heisenberg; trad.: Maria Țițeica; postf.: Mircea Flonta. – București: Humanitas, 2008
ISBN 978-973-50-1834-4

I. Țițeica, Maria (trad.)
II. Flonta, Mircea (postf.)

530.145

WERNER HEISENBERG
DER TEIL UND DAS GANZE
© 1969, 1981 Piper Verlag GmbH, München

© HUMANITAS, 2008, pentru prezenta versiune românească

EDITURA HUMANITAS
Piața Presei Libere 1, 013701 București, România
tel. 021/317 18 19, fax 021/317 18 24
www.humanitas.ro

Comenzi CARTE PRIN POȘTĂ: tel./fax 021/311 23 30,
C.P.C.E. — CP 14, București
e-mail: cpp@humanitas.ro
www.librariilehumanitas.ro

Soției mele

CUVÂNT ÎNAINTE

> În ce privește, acum, cuvântările ce [...] au fost rostite, mie, deși am fost de față, mi-a fost cu neputință să reținîntocmai cele spuse. De aceea, l-am lăsat pe fiecare dintre vorbitori să se exprime în felul în care, potrivit presupunerii mele, ar fi fost cel mai potrivit în împrejurările date, urmând cât mai fidel mersul ideilor în cele ce s-au rostit cu adevărat.
>
> *Tucidide*

Știința e făcută de oameni. Acest fapt evident în sine ajunge lesne să fie dat uitării și, readucându-l în memorie, ar putea contribui la micșorarea prăpastiei deseori invocate dintre cele două culturi, cea umanist-artistică și cea tehnico-științifică. Cartea de față prezintă dezvoltarea fizicii atomice în ultimii cincizeci de ani, așa cum a trăit-o autorul. Științele naturii se bazează pe experimente și își obțin rezultatele din discuțiile celor activi în domeniu, care dezbat împreună interpretarea experimentelor. Asemenea convorbiri formează principalul conținut al cărții. Prin ele trebuie să devină limpede că știința ia naștere în cursul discuțiilor dintre cei implicați. Dar este de la sine înțeles că, după mai multe decenii, convorbirile nu pot fi redate cuvânt cu cuvânt. Numai pasajele din scrisori, acolo unde sunt citate, sunt redate textual. În această carte nu e vorba propriu-zis nici de amintiri. De aceea autorul și-a permis deseori să rezume, să concentreze și să renunțe la exactitatea istorică; imaginea va fi astfel corectă doar în trăsăturile ei esențiale. De altfel, fizica atomică nu joacă întotdeauna rolul principal în aceste convorbiri. Deseori este vorba mai degrabă despre probleme umane, filozofice sau politice, iar autorul speră ca astfel să devină limpede cât de greu poate fi separată știința de aceste probleme mai cuprinzătoare.

Multe dintre persoanele implicate apar în text doar cu prenumele, fie pentru că ulterior nu s-au mai manifestat în viața publică, fie pentru că prin folosirea prenumelui

este redată mai bine relația lor cu autorul. De asemenea, în acest mod poate fi mai ușor evitată impresia că e vorba de o redare istorică fidelă, în toate amănuntele, a feluritelor întâmplări. Tot din acest motiv s-a renunțat la creionarea unui portret mai precis al acestor personalități; într-o anume măsură, ele pot fi recunoscute numai după felul lor de a vorbi. S-a acordat totuși o mare importanță redării corecte și vii a atmosferei în care au avut loc aceste convorbiri. Căci tocmai astfel, prin redarea atmosferei, devine limpede procesul creației științifice și tot datorită ei poate fi înțeles cel mai bine felul în care activitatea comună a unor oameni foarte diferiți poate conduce în cele din urmă la rezultate științifice de mare anvergură. Intenția autorului a fost să prezinte și celor nefamiliarizați cu fizica atomică modernă o impresie asupra curentelor de gândire care au însoțit istoria întemeierii acestei științe. Trebuie să ținem însă cont de faptul că în fundalul convorbirilor redate se află relații matematice foarte abstracte și dificile ce nu pot fi înțelese fără un studiu aprofundat.

În fine, autorul a mai urmărit prin redarea convorbirilor și un alt scop. Fizica atomică modernă a repus în discuție probleme filozofice, etice și politice fundamentale, iar la această discuție ar trebui să participe un cerc cât mai larg de oameni. Cartea de față ar putea contribui și ea la punerea bazelor unei asemenea discuții.

1

PRIMA ÎNTÂLNIRE CU TEORIA ATOMICĂ (1919–1920)

Să fi fost în primăvara anului 1920. Deznodământul Primului Război Mondial adusese cu sine neliniște printre tinerii din țara noastră și îi pusese în mișcare. Frâiele scăpaseră din mâinile generației mai vârstnice, care era profund dezamăgită, iar tinerii se strângeau în grupuri, în comunități mai mici sau mai mari, pentru a-și găsi un drum al lor, nou, sau cel puțin o nouă busolă după care să se poată orienta, întrucât cea veche părea zdrobită. Iată-mă așadar într-o zi luminoasă de primăvară, la drum cu zece sau poate douăzeci de camarazi, cei mai mulți dintre ei mai tineri decât mine, și, dacă-mi amintesc bine, plimbarea ne purta prin zona deluroasă a țărmului de vest al lacului Starnberg, ce se zărea jos în stânga noastră, oferit privirilor noastre de câte o breșă în verdele luminos al fagilor, și părea că se întinde până la munții care se zăreau în depărtare. În mod ciudat, în acea drumeție s-a înfiripat prima convorbire despre lumea atomilor, care a însemnat atât de mult pentru dezvoltarea mea științifică ulterioară. Spre a lămuri cum era posibil să aibă loc asemenea discuții într-un grup de tineri veseli și lipsiți de griji, atât de receptivi la frumusețea naturii înflorite, trebuie poate reamintit că ocrotirea pe care școala și familia o oferea tinerilor pe timp de pace se pierduse în mare măsură prin tulburările anilor de după război, iar în rândul tinerilor se născuse, ținându-i într-un fel locul, o independență a opiniilor, o încredere în judecățile proprii, chiar și în domenii în care de fapt le lipsea priceperea.

La câțiva pași în fața mea mergea un băiat înalt și blond, ai cărui părinți mă rugaseră cândva să-i dau o mână de ajutor la temele școlare. Cu numai un an înainte, în vârstă de cincisprezece ani, participase la lupte de stradă, cărând lăzi cu muniție, în timp ce tatăl lui, în poziție de tragere în spatele fântânii Wittelsbach, lupta pentru Republica Sovietică München. Alții, printre care și eu, munciseră până cu doar doi ani în urmă ca argați în Bavaria Superioară. Astfel, vântul aspru al vieții nu ne mai era străin și nu ne era frică să ne formulăm propriile noastre gânduri chiar și despre cele mai dificile probleme.

Prilejul cu care s-a născut acea convorbire era faptul că mă pregăteam pentru examenul de bacalaureat, care avea loc în aceeași vară, și că discutam cu plăcere despre teme din științele naturii cu prietenul meu Kurt, care avea și el preocupări asemănătoare, dorind să devină inginer. Kurt provenea dintr-o familie protestantă de ofițeri, era un bun sportiv și prieten de nădejde. Cu un an în urmă, când orașul München era înconjurat de trupele guvernamentale, iar în familiile noastre se împărțise de mult ultima bucată de pâine, am întreprins odată, împreună cu fratele meu și cu el, un drum prin liniile de luptă, până la Garching, întorcându-ne acasă cu un rucsac plin cu de-ale gurii, pâine, unt și slănină. Asemenea întâmplări trăite împreună creează o bază solidă pentru o încredere necondiționată și o tonică înțelegere. Acum însă era vorba despre preocuparea comună legată de științele naturii. I-am povestit lui Kurt că în manualul de fizică găsisem un desen care mi s-a părut complet lipsit de sens. Era prezentat acel proces de bază al chimiei, în care două elemente de sine stătătoare se leagă printr-o legătură chimică într-o nouă entitate, de asemenea de sine stătătoare. De exemplu, din carbon și oxigen se poate forma dioxid de carbon. Manualul ne învăța că legitățile ce pot fi observate în legătură cu astfel de procese pot fi cel mai bine explicate dacă se presupune că cele mai mici părți ale unui element — atomii — și ale celuilalt element se leagă în mici grupuri

de atomi, așa-numitele molecule. Astfel, molecula de dioxid de carbon ar consta dintr-un atom de carbon și doi atomi de oxigen. Spre ilustrare, în manual erau reprezentate grafic asemenea grupuri de atomi. Pentru a explica în continuare de ce tocmai un atom de carbon și doi atomi de oxigen formează o moleculă de dioxid de carbon, desenatorul reprezentase atomii cu cârlige și ochiuri, prin care se agățau unii de alții în moleculă. Lucrul îmi apărea complet lipsit de sens, căci cârligele și ochiurile sunt, așa cum mi se părea, formațiuni destul de arbitrare, cărora le putem da cele mai diferite forme, adaptate scopului tehnic urmărit. Atomii însă ar trebui să fie un rezultat al legilor naturii și să se lege în molecule datorită legilor naturii. Nu poate exista, credeam eu, nici un fel de arbitrar, deci nici forme atât de arbitrare cum sunt cârligele și ochiurile.

Kurt răspunse: „Dacă nu vrei să crezi în cârlige și ochiuri — și, de altfel, și mie mi se par cam suspecte —, atunci trebuie să știi, înainte de toate, ce experiențe l-au determinat pe desenator să le folosească în schița lui. Căci astăzi științele naturii pornesc de la experiențe și nu de la cine știe ce speculații filozofice, iar experiența trebuie acceptată, dacă a fost demnă de încredere, adică suficient de îngrijit efectuată. După câte știu, chimiștii au stabilit întâi că părțile componente elementare într-o legătură chimică se găsesc întotdeauna în anumite proporții bine definite. Asta e destul de ciudat. Căci chiar dacă crezi în existența atomilor, adică a părților celor mai mici caracteristice pentru un element chimic, forțele din natură, așa cum le cunoaștem, nu ar fi suficiente pentru a explica de ce un atom de carbon atrage întotdeauna numai doi atomi de oxigen și se poate lega cu ei. Dacă există o forță de atracție între cele două tipuri de atomi, atunci de ce nu pot fi legați uneori și trei atomi de oxigen?"

„Poate că atomii de carbon sau cei de oxigen au o asemenea formă încât o legare a trei atomi devine imposibilă chiar din motive de așezare spațială."

„Dacă presupui acest lucru — și nu sună neplauzibil — atunci aproape că te întorci la cârligele și ochiurile din manual. Probabil că desenatorul a vrut să exprime chiar ce ai spus tu, fiindcă el nu poate cunoaște forma exactă a atomilor. A desenat cârlige și ochiuri pentru a arăta cât se poate de pregnant că există forme care duc la legarea a doi, dar nu a trei atomi de oxigen cu atomul de carbon."

„Bine, deci cârligele și ochiurile sunt absurde. Tu spui însă că atomii au, pe baza legilor naturii care sunt responsabile și pentru existența lor, o formă anume, căreia i se datorează legăturile corecte. Însă noi doi nu cunoaștem până una alta această formă și, în mod evident, nici desenatorul figurii n-o cunoștea. Singurul lucru pe care credem că-l știm despre această formă este că ea trebuie să aibă grijă ca un atom de carbon să se poată lega de doi, dar nu de trei atomi de oxigen. În manual se spune că în acest scop chimiștii au inventat noțiunea de «valență chimică». Dar ar trebui întâi să stabilim dacă e numai un cuvânt sau deja o noțiune utilă."

„Probabil că e totuși mai mult decât un simplu cuvânt, fiindcă cele patru valențe atribuite atomului de carbon — și din care fiecare pereche saturează cele două valențe ale fiecărui atom de oxigen — au de-a face cu forma tetraedrică a acestui atom. E nevoie de o cunoaștere empirică ceva mai precisă despre aceste forme decât aceea care ne e deocamdată accesibilă."

În acest moment interveni în discuție Robert, care până acum mersese tăcut lângă noi, însă evident ascultase ce vorbiserăm. Robert avea o față îngustă dar puternică, încadrată de păr foarte întunecat și des, și care, la prima impresie, părea ușor închisă. Numai rareori lua parte la pălăvrăgeala superficială care de obicei întovărășea asemenea plimbări; dar seara în cort, când se citea cu glas tare, sau înainte de mese, când se recita câte o poezie, lui ne adresam noi toți, fiindcă nici unul nu se pricepea mai bine la literatura germană, ba chiar și la textele filozofice. Când recita poezii, totul se petrecea fără patos, fără vreun

lux oratoric, și totuși conținutul poeziei îl atingea până și pe cel mai prozaic dintre noi. Felul cum vorbea, liniștea concentrată cu care se exprima, ne obligau la atenție, iar cuvintele lui aveau parcă mai multă greutate decât ale celorlalți. De asemenea, noi toți știam că timpul liber și-l ocupa cu lecturi filozofice. Robert era nemulțumit de discuția noastră.

„Voi, credincioși ai științelor naturii", spuse el, „apelați întotdeauna atât de ușor la experiență și credeți că astfel țineți cu siguranță adevărul în mână. Dar dacă ne gândim la ceea ce se întâmplă în mod real în experiență, modul vostru de a privi lucrurile mi se pare foarte vulnerabil. Ce spuneți vine totuși din gândurile voastre, numai la ele aveți acces direct; dar gândurile nu sunt lucruri. Noi nu putem percepe lucrurile în mod direct, ci trebuie întâi să le transformăm în reprezentări, iar în cele din urmă să formăm din ele noțiuni. Ceea ce năvălește spre noi din exterior prin percepția senzorială este un amestec destul de dezordonat de impresii foarte diferite, care nu au direct formele și calitățile pe care le percepem apoi. De pildă, când privim un pătrat pe o foaie de hârtie, nici pe retina ochiului nostru, nici în celulele nervoase ale creierului nu va exista ceva în formă de pătrat. Mai degrabă noi trebuie să ordonăm inconștient percepțiile senzoriale printr-o reprezentare și, într-un anume sens, să transformăm totalitatea lor într-o imagine coerentă, «cu sens». Doar odată cu această transformare, cu această ordonare de impresii disparate, «percepem» ceva, ajungem la ceva inteligibil. De aceea ar trebui întâi examinat de unde vin imaginile pentru reprezentările noastre, cum le prindem în noțiuni și în ce relație se află ele cu lucrurile, înainte de a putea face judecăți atât de sigure despre experiențe. Căci reprezentările sunt evident anterioare experienței, ele sunt premisa experienței."

„Dar reprezentările, pe care tu vrei să le separi atât de net de obiectul percepțiilor, nu provin ele însele din experiență? Poate că nu atât de direct pe cât am vrea să

credem cu naivitate, ci indirect, bunăoară prin repetări acumulate ale unor grupuri asemănătoare de impresii senzoriale sau prin relațiile dintre percepțiile diferitelor simțuri."

„Asta nu mi se pare deloc sigur, nici măcar nu mi se pare prea clar. Deunăzi am studiat niște texte ale filozofului Malebranche și m-a frapat un pasaj în care e vorba tocmai despre această problemă. Malebranche diferențiază, în linii mari, trei moduri de formare a reprezentărilor. Unul este cel pe care tocmai l-ai pomenit: obiectele creează în mod direct, prin percepția senzorială, reprezentările în sufletul omenesc. Malebranche respinge acest mod de a privi lucrurile, deoarece impresiile senzoriale sunt calitativ diferite atât de lucruri, cât și de reprezentările cu care sunt asociate. Al doilea: sufletul omenesc posedă de la bun început reprezentările sau cel puțin are capacitatea să formeze el însuși aceste reprezentări. În cazul acesta, percepțiile senzoriale vor reactiva doar reprezentările deja existente sau vor stimula formarea acestora. Al treilea mod — și pentru acesta se decide Malebranche: sufletul omenesc participă la rațiunea divină. El este legat de Dumnezeu și de aceea de la Dumnezeu îi vin atât imaginația, cât și imaginile și ideile cu care poate ordona și organiza în noțiuni impresiile senzoriale."

Acum era rândul lui Kurt să fie nemulțumit: „Voi, filozofii, sunteți imediat mână în mână cu teologia. Și când lucrurile devin problematice, îl lăsați să apară pe Marele Necunoscut, care pasămite rezolvă toate problemele de la sine. Dar pe mine asta nu mă mulțumește. Dacă tot ai ridicat această problemă, vreau să știu cum a ajuns sufletul omenesc la reprezentările amintite; și anume, în lumea asta, nu în cea de apoi. Căci sufletul și reprezentările există totuși în această lume. Dacă nu vrei să recunoști că reprezentările provin pur și simplu din experiență, atunci trebuie să explici cum pot fi ele date de la bun început sufletului omenesc. Să fie oare ele, sau cel puțin capacitatea de a crea reprezentări — prin care chiar și copiii cunosc lumea —, înnăscute? Dacă asta pretinzi,

atunci este destul de plauzibilă ideea că reprezentările se întemeiază pe experiența generațiilor anterioare, iar pentru mine nu e atât de important dacă e vorba de experiența noastră actuală sau de cea a generațiilor trecute."

„Nu", replică Robert, „nu asta voiam să spun. Căci pe de o parte este extrem de îndoielnic dacă cele învățate, adică rezultatul experienței, chiar se pot moșteni. Pe de altă parte, ceea ce are în vedere Malebranche se poate exprima și fără teologie, iar atunci se potrivește în științele voastre ale naturii de astăzi. Am să încerc. Malebranche ar putea bunăoară spune: aceleași tendințe ordonatoare care sunt responsabile pentru ordinea vizibilă a lumii, pentru legile naturii, pentru apariția elementelor chimice și a proprietăților lor, pentru formarea cristalelor, nașterea vieții și tot restul, sunt active și în formarea sufletului omenesc și în interiorul lui. Ele permit reprezentărilor să corespundă lucrurilor și duc la posibilitatea structurării noțiunilor. Ele sunt responsabile pentru acele structuri existente cu adevărat, care par să se despartă în ceva obiectiv — lucrul — și ceva subiectiv — reprezentarea — doar atunci când le privim din punctul nostru omenesc de vedere, când ele sunt fixate în gânduri. Această teză a lui Malebranche are în comun cu concepția voastră asupra științelor naturii, conform căreia orice reprezentare se întemeiază pe experiență, faptul că această capacitate de a forma reprezentări putea lua naștere în istoria evoluției prin relația organismelor cu lumea exterioară. Malebranche insistă însă în același timp asupra faptului că e vorba de conexiuni care nu pot fi explicate pur și simplu printr-un lanț de evenimente elementare ce se desfășoară cauzal. Deci că, în acest caz — de pildă la formarea cristalelor sau a ființelor vii —, structurile superioare ce apar au caracteristici morfologice care nu pot fi suficient de bine descrise de perechea de noțiuni «cauză și efect». Întrebarea dacă experiența a fost sau nu înaintea reprezentării nu este deci mai rațională decât vechea și bine cunoscuta întrebare dacă găina a fost înaintea oului sau invers.

De altfel, nu voiam să tulbur discuția voastră despre atomi. Voiam doar să vă atrag atenția să nu vorbiți despre experiență când e vorba de atomi, fiindcă s-ar putea întâmpla ca atomii, pe care oricum nu-i putem observa în mod direct, să nu fie pur și simplu niște lucruri, ci să aparțină unor structuri mai adânci, pentru care nu ar mai avea sens să facem deosebirea între reprezentare și obiect. Evident, cârligele și belciugele din manualul tău nu trebuie luate în serios, ca de altfel nici una dintre imaginile cu atomi care se găsesc ici și colo în cărțile de popularizare. Asemenea imagini, care au ca scop să ușureze înțelegerea, fac însă ca problema să fie și mai greu de înțeles. Cred că trebuie să fim foarte prudenți cu folosirea noțiunii de «formă a atomilor», pe care ai amintit-o adineauri. Doar dacă concepem cuvântul «formă» într-un mod foarte general, nu numai spațial, și dacă nu înseamnă ceva foarte diferit de cuvântul «structură» de pildă, pe care tocmai l-am folosit, aș putea să mă împrietenesc oarecum cu această noțiune."

La această întorsătură a discuției mi-am amintit imediat de o lectură care mă preocupase și mă fascinase cu un an în urmă, și care pe atunci mi-a rămas cu totul de neînțeles în părți importante. Era vorba de dialogul *Timaios* al lui Platon, în care de asemenea se filozofează despre cele mai mici părți ale materiei. Din cuvintele lui Robert înțelegeam pentru prima oară, chiar dacă deocamdată într-un mod neclar, că se poate ajunge la asemenea construcții mentale ciudate despre cele mai mici părți ale materiei, așa cum le întâlnisem la Platon în *Timaios*. Nu era numai faptul că asemenea construcții, pe care la început le calificasem drept complet absurde, mi se păreau deodată plauzibile, dar pentru prima oară vedeam în fața mea un drum care, cel puțin în principiu, putea duce la ele.

Ca să explic cât de important era pe atunci în amintirea mea studiul dialogului *Timaios*, trebuie să descriu pe scurt condițiile ciudate în care avusese loc acea lectură. În

primăvara lui 1919 la München domnea haosul. Pe străzi se trăgeau focuri de armă, fără să se știe exact cine erau beligeranții. Puterea politică se schimba între persoane și instituții care erau practic necunoscute. Devastări și furturi, a căror victimă am fost și eu o dată, făceau din expresia „Republica Sovietică" un sinonim pentru fărădelege. Când în sfârșit s-a format o nouă conducere politică bavareză în afara orașului, care și-a trimis trupele să cucerească Münchenul, am sperat cu toții că se va reinstaura ordinea. Tatăl prietenului pe care îl ajutasem mai demult la temele școlare preluase conducerea unei companii de voluntari, care voia să participe la cucerirea orașului. El ne-a invitat pe noi, prietenii adolescenți ai fiilor săi, să ajutăm trupele care înaintau, în calitate de cunoscători ai orașului. S-a întâmplat să fim repartizați unei coloane numite comando de pușcași cavaleriști, care avea cartierul general pe strada Ludwig, în clădirea Seminarului teologic, peste drum de Universitate. Aici îmi făceam deci serviciul, sau mai bine zis aici duceam împreună o viață aventuroasă și foarte liberă; ca atât de des în ultimul timp, eram scutiți de școală și voiam să ne folosim libertatea pentru a cunoaște lumea din jur și în alt fel. Aici se formase nucleul cercului de prieteni cu care mă plimbam pe dealurile de lângă lacul Starnberg un an mai târziu. Această viață aventuroasă a durat însă doar câteva săptămâni. Când luptele s-au mai domolit și serviciul a devenit monoton, se întâmpla de mai multe ori ca după o noapte de veghe la centrala telefonică să fiu eliberat de orice îndatoriri odată cu răsăritul soarelui.

Pentru a mă pregăti treptat în vederea reînceperii școlii, mă retrăgeam pe acoperișul Seminarului teologic cu ediția noastră școlară a dialogurilor lui Platon.[1] Acolo, întins într-un jgheab și încălzit de primele raze ale soarelui,

---

[1] Werner Heisenberg a urmat la München așa-numitul „liceu clasic", în care studiul limbilor clasice, greaca veche și latina, ocupa un loc important. (*N. t.*)

puteam să studiez în liniște și între timp să observ trezirea la viață a străzii Ludwig. Într-o asemenea dimineață, când lumina răsăritului de soare inundase deja clădirea Universității și fântâna din fața ei, ajunsesem la dialogul *Timaios*, și anume la acel pasaj în care se vorbește despre cele mai mici părți ale materiei. Poate că pasajul m-a captivat la început doar pentru că era greu de tradus sau pentru că se ocupa cu raționamente matematice, care pe mine mă interesaseră dintotdeauna. Nu mai știu de ce mi-am concentrat atenția în mod special asupra acestui text. Dar ceea ce citeam mi se părea complet absurd. Acolo se pretindea că cele mai mici părți ale materiei sunt formate din triunghiuri dreptunghice, care, după ce se legau în perechi pentru a forma fie triunghiuri isoscele, fie pătrate, se adunau la un loc pentru a alcătui corpurile regulate din stereometrie: cub, tetraedru, octaedru și icosaedru. Aceste patru corpuri ar fi apoi unitățile de bază ale celor patru elemente: pământ, foc, aer și apă. Nu-mi era clar dacă aceste corpuri regulate erau atașate celor patru elemente doar simbolic, de pildă cubul pentru elementul pământ, spre a reda soliditatea și starea de repaus a acestui element, sau dacă se presupunea că cele mai mici părți ale elementului pământ aveau chiar formă cubică. Asemenea reprezentări mi se păreau pure speculații sau în cel mai bun caz scuzabile prin lipsa unor cunoștințe empirice temeinice în Grecia antică. Dar mă neliniștea profund faptul că un filozof capabil să gândească atât de critic și atât de ascuțit ca Platon căzuse pradă unor asemenea speculații. Încercam să găsesc niște puncte de plecare în modul de a gândi, de la care speculațiile lui Platon să-mi devină mai inteligibile. Dar nu puteam descoperi nimic care să-mi arate drumul într-acolo, nici măcar aproximativ. Pe de altă parte, într-o anume măsură, ideea că la baza celor mai mici părți ale materiei se află forme matematice mă fascina. Înțelegerea țesăturii practic de necuprins și de nedezlegat a fenomenelor naturii era probabil posibilă numai dacă la baza

ei se descopereau forme matematice. Dar pe ce temei se oprise Platon tocmai la formele regulate din stereometrie pentru a explica structura materiei — iată ce îmi rămânea complet de neînțeles. Ele nu păreau să aibă vreo valoare explicativă. De aceea am folosit în continuare acel dialog al lui Platon numai pentru a-mi reîmprospăta cunoștințele de greacă veche. Dar neliniștea a rămas. Rezultatul cel mai important al lecturii era poate convingerea că, dacă vrem să înțelegem lumea materială, trebuie să știm ceva despre cele mai mici părți ale ei. Știam din manualele școlare și din scrierile de popularizare că și știința modernă cercetează lumea atomilor. Poate că mai târziu, în timpul studiilor, voi reuși să pătrund și eu în această lume. Dar asta avea să se întâmple mai târziu.

Neliniștea a rămas și a devenit pentru mine o parte a acelei neliniști generale ce cuprinsese tineretul în Germania. Dacă un filozof de talia lui Platon credea că a găsit o ordine în fenomenele naturii, ordine acum pierdută sau inaccesibilă nouă, ce mai însemna atunci cuvântul „ordine" în general? Este ordinea și înțelegerea ei legată de un anume timp? Noi crescuserăm într-o lume ce părea bine ordonată. Părinții noștri ne învățaseră virtuțile burgheze, care erau premisa menținerii acelei ordini. Că uneori poate fi nevoie să-ți sacrifici propria viață pentru o asemenea ordine statală, ceea ce știau deja grecii și romanii, nu însemna nimic deosebit. Moartea multor prieteni și rude ne arătase că lumea pur și simplu așa este; dar acum erau mulți care spuneau că războiul a fost o crimă, și anume o crimă a acelei pături conducătoare ce se simțea responsabilă pentru menținerea vechii ordini europene, și care credea că trebuie s-o impună și acolo unde intra în conflict cu alte năzuințe. Din cauza înfrângerii, vechea structură a Europei era acum distrusă. Nici asta nu însemna ceva deosebit. Unde există războaie trebuie să existe și înfrângeri. Dar era oare valoarea în sine a vechii structuri pusă sub semnul întrebării? Nu era important să se construiască din ruine o nouă ordine, mai puternică? Sau

aveau dreptate cei care își sacrificaseră viața pe străzile Münchenului pentru a împiedica reinstaurarea unei ordini de stil vechi și a proclama o ordine viitoare, care să cuprindă nu numai o națiune, ci întreaga omenire — deși această omenire din afara Germaniei poate că nici nu se gândea, în majoritatea ei, să instaureze o asemenea ordine? Aceste întrebări se încrucișau confuz în mințile tinerilor, și nici generația mai vârstnică nu ne mai putea da răspunsuri.

În perioada dintre lectura lui *Timaios* și plimbarea pe dealurile de pe malul lacului Starnberg s-a mai petrecut un eveniment, care a avut ulterior o mare influență asupra modului meu de a gândi, și care trebuie relatat înainte de a relua discuția despre lumea atomilor. La câteva luni după cucerirea orașului, trupele se retrăseseră iar din München. Ne duceam la școală ca mai înainte, fără să ne gândim prea mult la importanța faptelor noastre. Într-o după-masă, pe strada Leopold m-a abordat un tânăr pe care nu-l cunoșteam: „Știi că săptămâna viitoare tineretul se întrunește la castelul Prunn? Vrem să mergem cu toții și ar fi bine să vii și tu. Toți trebuie să vină. Acum vrem să lămurim noi înșine cum vor merge lucrurile mai departe." Vocea lui avea un sunet cum nu mai auzisem până atunci. Astfel m-am hotărât să mă duc la castelul Prunn, iar Kurt voia să mă însoțească.

Trenul, care pe atunci circula încă foarte neregulat, a avut nevoie de multe ore pentru a ne duce în valea Altmühl. Probabil că această vale fusese cândva, în timpuri geologice, valea Dunării; râul Altmühl și-a croit drumul cu multe meandre prin Jura francă, iar pitoreasca vale e mărgiritâ, asemănător văii Rinului, de vechi cetăți. A trebuit să străbatem pe jos ultimii kilometri până la castelul Prunn și curând am văzut tineri venind din toate direcțiile spre cetatea care se înălța mândră pe o stâncă abruptă, verticală, la marginea văii. În curtea castelului, în mijlocul căreia se afla un vechi puț, se adunase deja o mulțime de tineri. Cei mai mulți erau încă elevi, dar se găseau printre ei și unii ceva mai în vârstă, care trăiseră ca soldați

toate ororile războiului și se întorseseră într-o lume schimbată. S-au ținut multe cuvântări al căror patos ne-ar părea astăzi străin: dacă e mai important pentru noi destinul poporului nostru sau cel al întregii omeniri, dacă sacrificiul celor căzuți pe front și-a pierdut sensul prin pierderea războiului, dacă tineretul poate să-și ia dreptul de a-și organiza viața singur, conform propriilor valori, dacă sinceritatea interioară este mai importantă decât vechile forme ce rânduiseră viața oamenilor secole de-a rândul — despre toate acestea s-a discutat cu patimă și în contradictoriu.

Eu eram mult prea nesigur pentru a participa la aceste dezbateri, dar ascultam și mă gândeam la noțiunea de ordine. Mi se părea că multe dintre confuziile din cuvântări arătau că și ordini autentice pot intra în contradicție, iar apoi prin această luptă internă se produce contrariul ordinii. Acest lucru era posibil — așa mi se părea — doar dacă era vorba de ordini parțiale, de părți componente, care se rupseseră de legătura cu ordinea centrală, părți care nu pierduseră încă puterea formatoare, dar care pierduseră orientarea spre centru. Pe măsură ce ascultam, îmi devenea din ce în ce mai chinuitor de clară absența unui centru eficace; sufeream aproape fizic din cauza asta, dar nu eram nici eu capabil să găsesc, în învălmășeala opiniilor contradictorii, un drum înapoi spre domeniul central. Astfel s-au scurs ore, s-au ținut cuvântări și s-au purtat discuții în contradictoriu. În curtea castelului s-au lungit umbrele, iar ziua fierbinte fu urmată de un amurg cenușiu-albastru și de o noapte cu lună. Se mai vorbea încă, dar apoi a apărut sus la balcon un tânar cu o vioară și, când s-a așternut liniștea, s-au revărsat peste noi primele acorduri în re minor din *Ciaconna* de Bach. Și deodată s-a produs, fără urmă de îndoială, legătura cu centrul. Privită de sus, valea Altmühl luminată de razele lunii ar fi fost de ajuns pentru a ne vrăji romantic; dar nu despre asta era vorba. Acordurile clare ale *Ciaconnei* erau ca un vânt răcoros ce împrăștia ceața și lăsa să se vadă structurile

limpezi ascunse în străfunduri. Se putea deci vorbi despre zona centrală, acest lucru fusese posibil în toate timpurile, la Platon și la Bach, în limbajul muzicii, al filozofiei sau al religiei, deci trebuia să fie posibil și acum, și în viitor. Aceasta a fost revelația mea din acea noapte.

Restul nopții l-am petrecut la focuri de tabără și în corturi, pe un tăpșan deasupra castelului; și tot acolo și-a făcut loc romantismul lui Eichendorff. Tânărul violonist, care era deja student, s-a așezat lângă grupul nostru și a cântat menuete de Mozart și Beethoven, iar între ele vechi cântece populare, eu încercând să-l acompaniez la chitară. S-a dovedit un camarad vesel, căruia nu-i plăcea să i se spună cât de solemnă fusese interpretarea *Ciaconnei* de Bach. Când aceasta totuși se întâmpla, răspundea: „Știi în ce tonalitate au răsunat trâmbițele la Ierihon?" — „Nu." — „Evident tot în re minor!" — „De ce?" — „Pentru că au demolat zidurile Ierihonului."[1] Reacția noastră indignată la gluma lui l-a pus pe fugă.

Această noapte dispăruse din nou în penumbra memoriei, iar noi ne plimbam pe înălțimile de pe malul lacului Starnberg și vorbeam despre atomi. Comentariul lui Robert despre Malebranche îmi arătase limpede că experiența noastră despre atomi nu poate avea loc decât într-un mod indirect și că probabil atomii nu sunt lucruri. Presupuneam acum că acest lucru l-a avut și Platon în vedere în *Timaios*, și numai în acest fel speculațiile lui ulterioare despre corpurile regulate deveneau, cel puțin parțial, inteligibile. Chiar dacă știința modernă vorbește despre formele atomilor, cuvântul „formă" nu poate fi înțeles aici decât în accepțiunea lui cea mai generală, cea de structură în spațiu și timp, ca proprietate de simetrie a forțelor, ca posibilitate de legare cu alți atomi. Probabil că asemenea structuri nu vor putea fi niciodată descrise clar,

[1] Joc de cuvinte intraductibil: „re minor" se numește în germană *D-Moll* (se citește „demol"), care este începutul cuvântului *demollieren* = a demola. (*N. t.*)

fie și din simplul motiv că nu aparțin atât de evident lumii obiective a lucrurilor. Dar poate că sunt accesibile unei descrieri matematice.

Voiam să știu mai multe despre aspectul filozofic al problemei atomilor, așa că i-am amintit lui Robert pasajul din *Timaios*. Apoi l-am întrebat dacă era de acord cu părerea că toate lucrurile materiale sunt formate din atomi, deci că ar exista în cele din urmă aceste cele mai mici părți, numite atomi, în care poate fi divizată întreaga materie. Aveam impresia că era destul de sceptic în legătură la toate aceste noțiuni privind structura atomică a materiei.

El mi-a confirmat impresia. „Acest mod de a pune problema, care se îndepărtează atât de mult de lumea experienței noastre nemijlocite, îmi e străin. Lumea oamenilor sau cea a lacurilor și a pădurilor mi-e mai aproape decât cea a atomilor. Dar firește, se poate pune întrebarea ce se întâmplă dacă se încearcă divizarea materiei în părți din ce în ce mai mici, după cum se poate pune întrebarea dacă stele foarte îndepărtate și planetele lor sunt locuite de ființe vii. Asemenea întrebări nu-mi sunt pe plac; poate că nici nu vreau să aflu răspunsul. Eu cred că avem în lumea noastră îndatoriri mai importante decât să ne punem asemenea întrebări."

Am răspuns: „Nu vreau să discut cu tine despre importanța diferitelor îndatoriri. Pe mine m-au interesat întotdeauna științele naturii și știu că mulți oameni serioși fac eforturi pentru a afla mai mult despre natură și legile ei. Poate că succesul muncii lor e important pentru societatea omenească, dar nu asta doream să discut acum. Ce mă neliniștește e următorul lucru: pare-se — așa cum a spus și Kurt mai înainte — că dezvoltarea modernă a științelor naturii și a tehnicii a ajuns destul de aproape de locul unde se pot observa atomii sau cel puțin efectele lor, de locul unde se pot face experimente cu atomi. Despre aceste lucruri noi știm destul de puțin, pentru că nu le-am învățat încă; dar dacă așa este, atunci cum se

raportează aceasta la modul tău de a privi lucrurile? Ce ai putea spune despre asta din punctul de vedere al filozofului tău Malebranche?"

„În orice caz m-aș aștepta ca atomii să se comporte complet diferit de lucrurile din experiența noastră zilnică. Mi-aș putea închipui că, în încercarea de a diviza din ce în ce mai mult, se ajunge la anumite discontinuități din care trebuie trasă concluzia că structura materiei este granulară. Dar aș presupune că la acest nivel structurile cu care vom avea de-a face se sustrag fixării obiective în imagini figurative, că ele sunt mai degrabă un mod de exprimare abstractă a legilor naturii, dar nu lucruri."

„Dar dacă pot fi văzute direct?"

„Ele nu vor putea fi niciodată văzute direct, ci doar efectele lor."

„Nu-i un argument temeinic. Pentru că la fel se întâmplă cu toate celelalte lucruri. Și la o pisică vezi întotdeauna numai razele luminoase emise de corpul ei, adică efectele pisicii, niciodată pisica însăși, și chiar când îi mângâi blana se întâmplă, în fond, același lucru."

„Nici vorbă! Aici nu pot să-ți dau dreptate. Pisica pot s-o văd direct, pentru că în acest caz pot, ba chiar trebuie, să transform impresiile senzoriale în reprezentări. De la pisică am ambele aspecte — și cel obiectiv, și cel subiectiv —, pisica drept lucru și drept reprezentare. Dar cu atomul se întâmplă altfel. În acest caz lucrul și reprezentarea nu vor mai fi diferite, pentru că atomul de fapt nu mai este nici unul din ele."

Aici, Kurt interveni din nou: „Discuția voastră devine prea scolastică. Vă dedați speculațiilor filozofice acolo unde ar trebui pur și simplu să chestionăm experiența. Poate că studiile noastre ne vor duce în situația de a experimenta cu sau în atomi; și atunci vom vedea noi ce sunt atomii. Vom învăța probabil că sunt la fel de adevărați și de reali ca toate celelalte lucruri cu care se poate experimenta. Dacă este adevărat că toate lucrurile materiale

sunt alcătuite din atomi, atunci acești atomi sunt la fel de veritabili și de reali ca obiectele materiale."

„Nu", răspunse Robert, „concluzia ta mi se pare hazardată. Ai putea la fel de bine să spui: pentru că toate ființele vii sunt alcătuite din atomi, atunci sunt și atomii la fel de vii ca aceste ființe. Asta e însă evident un nonsens. Abia legarea multor atomi în formațiuni mai mari dă acestor formațiuni calitățile, proprietățile care le sunt caracteristice."

„Atunci ești de părere că atomii nu există cu adevărat, că nu sunt reali?"

„Iar exagerezi! Poate că aici nici măcar nu e vorba de întrebarea ce știm despre atomi, ci de cu totul altă întrebare, și anume ce trebuie să însemne cuvinte ca «a exista cu adevărat» sau «real». Ați amintit mai înainte de pasajul din *Timaios* și ați spus că Platon identifica cele mai mici părți cu forme matematice, și anume cu corpurile regulate. Chiar dacă nu e adevărat, deoarece Platon nu avea cum experimenta cu atomii, să presupunem totuși pentru început că acest mod de a privi lucrurile e plauzibil. Ai numi atunci asemenea forme matematice «existente cu adevărat» și «reale»? Dacă sunt o expresie a legilor naturii, deci expresie a ordinii centrale a devenirii materiei, atunci ar trebui să le numim «reale», «existente cu adevărat», deoarece produc efecte, dar nu le putem numi «reale», deoarece nu sunt *res*, nu sunt lucruri. În cazul de față nu prea știm cum să folosim cuvintele, iar asta nu e de mirare, căci ne-am îndepărtat prea mult de domeniul experienței noastre nemijlocite, domeniu în care s-a format, din timpuri preistorice, limbajul nostru."

Kurt nu era încă pe deplin mulțumit cu desfășurarea discuției și spuse: „Și decizia asupra acestui punct aș lăsa-o cu drag experienței. Nu-mi pot închipui că imaginația omenească e de-ajuns pentru a ghici raporturile din lumea celor mai mici părți ale materiei, dacă nu te-ai apropiat în prealabil în mod serios prin experimente amănunțite

de această lume a celor mai mici părți. O înțelegere autentică poate rezulta numai dacă experimentele se fac în mod foarte conștiincios și fără vreo prejudecată. De aceea sunt sceptic în privința unor discuții filozofice duse prea departe despre un subiect atât de dificil. Căci asemenea discuții generează lesne prejudecăți în gândire, care mai târziu îngreunează înțelegerea, în loc să o ușureze. De aceea sper ca în viitor să se ocupe de atomi întâi oamenii de știință și abia apoi filozofii."

Răbdarea celorlalți drumeți ajunsese între timp la capăt. „Nu vreți să terminați odată cu ciudățeniile voastre, pe care tot nu le pricepe nimeni? Dacă aveați de gând să vă pregătiți pentru examen, mai bine rămâneați acasă. Ce-ar fi să cântăm ceva?" Imediat se dădu tonul, iar sunetul clar al vocilor tinere și culorile pajiștilor înflorite, mai reale decât gândurile despre atomi, alungară visul în care ne cufundaserăm.

2
HOTĂRÂREA DE A STUDIA FIZICA (1920)

Pentru mine, anii de școală și cei ai studiului universitar au fost despărțiți printr-o cezură gravă. După bacalaureat am făcut o excursie prin Franconia cu același grup de prieteni cu care vorbisem despre atomi în primăvară, pe malul lacului Starnberg, iar în perioada care a urmat m-am îmbolnăvit grav și a trebuit să stau la pat cu febră mare, timp de mai multe săptămâni, și chiar și pe durata convalescenței am rămas încă mult timp singur cu cărțile mele. În aceste luni critice îmi căzuse în mână o carte al cărei conținut mă fascina, deși nu o înțelegeam decât pe jumătate. Matematicianul Hermann Weyl publicase sub titlul *Spațiu–timp–materie* o reprezentare matematică a principiilor teoriei relativității a lui Einstein. Confruntarea cu dificilele metode matematice dezvoltate aici și cu construcția abstractă de idei a teoriei relativității mă preocupa și mă neliniștea. Ea îmi întărea hotărârea de a studia matematica la Universitatea din München, hotărâre pe care o luasem de fapt dinainte.

În primele mele zile de studenție s-a petrecut o întorsătură ciudată și neașteptată chiar și pentru mine, pe care trebuie s-o relatez pe scurt. Tatăl meu, care preda la Universitatea din München greaca medie și modernă, mă ajutase să obțin o întrevedere cu profesorul de matematică Lindemann, care ajunsese celebru prin rezolvarea matematică definitivă a străvechii probleme a cvadraturii cercului. Voiam să-l rog pe Lindemann să mă primească la seminarul lui; îmi închipuiam că eram suficient de

pregătit pentru un asemenea seminar prin studiile de matematică din timpul școlii. L-am vizitat pe Lindemann — care lucra și în administrația universității — la etajul întâi al clădirii universității, într-o cameră întunecată, bizar de demodat mobilată, care mi-a produs, prin răceala atmosferei, o ușoară strângere de inimă. Înainte de a vorbi cu profesorul, care se ridica încet în picioare, am observat pe masa de lucru un cățeluș ghemuit, cu blana neagră care, în acea ambianță, mi-a amintit imediat de pudelul din camera de studiu a lui Faust. Patrupedul de culoare închisă s-a uitat la mine dușmănos; mă privea probabil ca pe un intrus care voia să tulbure liniștea stăpânului său. Puțin încurcat din pricina asta, am reușit să-mi exprim dorința ezitant și de-abia în timp ce vorbeam mi-am dat seama cât de lipsită de modestie era cererea mea. Lindemann, un domn bătrân cu barbă albă care arăta cam obosit, a simțit în mod evident și el această lipsă de modestie, iar ușoara iritare ce îl cuprinsese poate să fi fost cauza pentru care cățelușul de pe masa de lucru începu brusc să latre îngrozitor. Stăpânul încerca fără succes să-l liniștească. Micul animal își manifesta furia crescândă împotriva mea printr-un schelălăit furibund, pe care îl emitea în accese mereu reînnoite, așa încât ne înțelegeam tot mai greu. Lindemann m-a întrebat ce cărți am studiat în ultimul timp. I-am pomenit de cartea lui Weyl *Spațiu–timp–materie*. Pe fundalul sonor al lătratului furios al micuțului paznic negru, Lindemann a încheiat discuția spunând: „Atunci sunteți deja pierdut pentru matematică." Cu aceasta eram concediat.

Deci cu studiul matematicii încheiasem socotelile. O discuție pe care am purtat-o cu tatăl meu, în acel moment de dezamăgire, a dus la concluzia că aș putea încerca să studiez fizica matematică. Și astfel a fost aranjată o întâlnire cu Sommerfeld[1], care ținea pe atunci cursul de fizică

[1] Arnold Sommerfeld (1868–1951), fizician teoretician german. A jucat un rol însemnat în ceea ce se numește „mecanica cuantică

teoretică la Universitatea din München și era considerat unul dintre cei mai străluciți profesori ai universității și prieten al tinerilor. Sommerfeld m-a primit într-o cameră luminoasă, prin fereastra căreia se vedeau studenții stând pe bănci în curtea universității, sub salcâmul cel mare. Bărbatul scund și îndesat, cu mustață neagră și aer marțial, părea la prima vedere un om sever. Dar încă din primele fraze am simțit că îmi vorbește cu o bunătate dezinteresată, cu înțelegere pentru tânărul venit să caute aici îndrumare și sfat. Din nou veni vorba despre studiile mele matematice extrașcolare și despre cartea lui Weyl *Spațiu–timp–materie*. Sommerfeld a reacționat cu totul altfel decât Lindemann:

„Sunteți mult prea pretențios", spuse el, „doar nu puteți începe cu ce e mai greu și spera că ce e mai ușor o să vă cadă în poală de la sine. Înțeleg că sunteți fascinat de problematica teoriei relativității; fizica modernă înaintează și în alte direcții spre domenii în care idei fundamentale ale filozofiei sunt puse sub semnul întrebării, în care este deci vorba despre cunoașterea cea mai profundă și tulburătoare. Dar drumul într-acolo e mai lung decât vă închipuiți acum. Trebuie să începeți cu munca modestă, temeinică în domeniul fizicii tradiționale. Dacă doriți să studiați fizica, atunci trebuie să alegeți mai întâi dacă vă ocupați cu fizica experimentală sau cu fizica teoretică. După câte spuneți, probabil că teoria vi se potrivește mai bine. Dar nu s-a întâmplat să vă ocupați în timpul școlii și de aparate și experimente?"

Am răspuns afirmativ și am povestit cum, elev fiind, construisem mici aparate, motoare și inductori radio. Însă lumea aparatelor îmi era în ansamblul ei mai degrabă străină, iar grija cu care trebuie făcute măsurătorile exacte chiar și pentru datele relativ neimportante nu mi s-ar fi potrivit.

---

veche", perfecționând modelul atomic al lui Niels Bohr. Mulți dintre studenții săi (între care Heisenberg, Pauli, Debye, Bethe, Pauling, Brillouin, Condon, von Laue) aveau să devină fizicieni ilustri. (*N. t.*)

„Dar și dacă vreți să faceți teorie trebuie să lucrați cu mare grijă întâi probleme mici și care vi se par la început neimportante. Chiar dacă există asemenea probleme mari ce ajung până în domeniul filozofiei, cum sunt teoria relativității a lui Einstein sau teoria cuantelor a lui Planck, există totuși până și pentru cel care a depășit stadiul de începător multe probleme mici ce trebuie rezolvate, iar abia ansamblul lor poate da o imagine a noului domeniu."

„Dar pe mine mă interesează întrebările filozofice din spatele lor mai mult decât micile probleme individuale", am răspuns eu timid. Sommerfeld nu a fost deloc mulțumit.

„Știți desigur ce a spus Schiller despre Kant și tălmăcitorii lui: «Când regii construiesc, cărăușii au de lucru.» La început toți suntem cărăuși! Dar veți vedea desigur că și o asemenea muncă vă poate aduce bucurie dacă o faceți cu grijă și conștiincios, iar în felul acesta, să sperăm, veți și produce ceva." Sommerfeld mi-a mai dat apoi recomandări pentru începuturile studiului meu și mi-a promis că îmi va arăta, chiar foarte curând probabil, o mică problemă legată de noua teorie atomică, problemă cu care puteam să-mi măsor puterile. În urma acestei discuții s-a decis, pentru următorii ani, apartenența mea la școala lui Sommerfeld.

Acest dialog cu un savant care știa cu adevărat despre ce e vorba în fizica modernă și făcuse el însuși descoperiri importante în domeniul în care se suprapun teoria relativității și teoria cuantică a avut încă multă vreme efect asupra mea. Cerința de a lucra chiar și detaliile cu grijă era limpede pentru mine, deoarece o auzisem destul de des, în altă formă, și de la tatăl meu. Dar mă apăsa faptul că mă aflam încă atât de departe de domeniul care mă interesa de fapt. De aceea, această primă discuție a fost continuată de multe altele cu prietenii mei, iar una dintre ele, legată de poziția fizicii moderne în dezvoltarea culturală a vremii noastre, mi-a rămas în mod deosebit în memorie.

În acea toamnă mă întâlneam deseori în casa prietenului nostru Walter, care era un bun violoncelist, cu violonistul care cântase *Ciaconna* de Bach în noaptea de la castelul Prunn. Împreună încercam să ne inițiem în literatura muzicală clasică a trioului cu pian și chiar atunci ne propuseserăm să studiem, pentru o festivitate, celebrul trio în si bemol major de Schubert. Tatăl lui Walter murise de mult și mama lui trăia singură cu cei doi fii într-o locuință mare cu un interior de gust ales, pe strada Elisabeth, doar la câteva minute de casa părinților mei din strada Hohenzollern, iar frumosul pian de concert Bechstein din salon sporea bucuria mea de a face muzică acolo. Deseori, după ce cântam împreună, stăteam cu toții până noaptea târziu cufundați în discuții. Cu această ocazie veni vorba și despre planurile mele de studiu. Mama lui Walter m-a întrebat de ce nu am ales studiul muzicii:

„Din felul cum cântați și cum vorbiți despre această muzică, am impresia că arta vă este mai aproape de inimă decât științele naturii și tehnica. În fond, găsiți conținutul acestei muzici mai frumos decât spiritul care se exprimă în aparate și formule sau în mașinării sofisticate. Dacă lucrurile stau așa, de ce alegeți științele naturii? Mersul lumii este determinat în ultimă instanță de ce vor oamenii tineri. Dacă tinerii aleg frumosul, va exista mai multă frumusețe în lume, dacă aleg utilul, vor exista mai multe lucruri utile. De aceea, alegerea fiecăruia în parte are ponderea ei nu numai pentru el însuși, ci pentru întreaga societate."

Am încercat să mă apăr: „De fapt, nu cred că suntem puși în fața unei alegeri atât de simple. Căci dincolo de faptul că probabil nu aș putea deveni un muzician deosebit de bun, rămâne întrebarea în ce domeniu se poate astăzi realiza cel mai mult, iar această întrebare se referă la starea domeniului respectiv. Am impresia că în muzică, în ultimii ani, compozițiile nu mai sunt atât de convingătoare ca acelea din timpurile trecute. În secolul al XVII-lea,

muzica era încă influențată în mare măsură de miezul religios al vieții de atunci, în secolul al XVIII-lea s-a desăvârșit trecerea spre lumea sentimentelor individuale, iar muzica romantică a secolului al XIX-lea a pătruns până în adâncurile cele mai intime ale sufletului omenesc. Dar în ultimii ani se pare că muzica a intrat într-un stadiu de experimentare foarte frământat și poate chiar bolnăvicios, în care gândirea teoretică joacă un rol mai mare decât conștiința sigură a unui progres într-o anume direcție. În științele naturii, și mai ales în fizică, lucrurile stau altfel. Acolo, urmărirea drumului prestabilit — al cărui țel, acum douăzeci de ani, trebuia să fie înțelegerea anumitor fenomene electromagnetice — a condus la probleme ce pun sub semnul întrebării poziții filozofice fundamentale, cum sunt structura spațiului și a timpului sau valabilitatea legii cauzale. Aici, cred eu, se deschide o lume nouă, necunoscută, încă de necuprins, și probabil mai multe generații de fizicieni vor avea de lucru pentru a găsi răspunsurile definitive. De aceea mă simt ispitit să particip și eu la această căutare."

Prietenul nostru Rolf, violonistul, nu era mulțumit cu acest răspuns. „Ce spui tu despre fizica modernă nu e oare valabil în aceeași măsură și pentru muzica noastră de astăzi? Și aici drumul pare prestabilit. Vechile bariere ale muzicii tonale sunt pe cale de a fi depășite, intrăm într-o lume nouă, în care avem o libertate aproape nemărginită în privința sunetelor și ritmurilor. Nu putem spera să găsim aici aceleași comori ca în științele naturii?"

Walter însă avea anumite rețineri în legătură cu această comparație. „Nu știu", interveni el, „dacă libertatea în alegerea mijloacelor de expresie și o lume nouă, roditoare, sunt neapărat unul și același lucru. Într-adevăr, la prima vedere s-ar părea că o mai mare libertate înseamnă neapărat și o îmbogățire, o multiplicare a posibilităților. Dar nu pot fi de acord cu această afirmație în privința artei, care mi-e mai apropiată decât știința. Progresul artei se petrece cam în felul următor: întâi are loc un lent proces istoric care,

modificând viața oamenilor fără ca fiecare individ în parte să-l poată influența hotărâtor, aduce conținuturi noi. Apoi, artiști individuali, talentați, încearcă să dea acestor conținuturi forme vizibile sau sonore, găsind pentru materialele cu care operează arta lor, culori sau instrumente, noi forme de exprimare. Acest joc alternativ sau — dacă vreți — această luptă dintre conținutul exprimării și caracterul limitat al mijloacelor de exprimare este, cel puțin așa mi se pare mie, premisa inevitabilă a actului artistic. Dacă dispare caracterul limitat al mijloacelor de exprimare, dacă, de exemplu, putem produce în muzică orice sunet, atunci această luptă nu mai are loc, iar efortul artiștilor se exercită oarecum în gol. De aceea sunt sceptic în privința unei prea mari libertăți."

„În științele naturii", continuă Walter, „devin posibile mereu noi experimente prin tehnici noi, se adună noi rezultate, iar astfel apar probabil noile conținuturi. Mijloacele de exprimare sunt aici noțiunile cu care sunt explicate, și astfel înțelese, noile conținuturi. De exemplu, din scrieri de popularizare am înțeles că teoria relativității, care te interesează atât de mult, se bazează pe anumite experiențe făcute în jurul anului 1900, când s-a încercat să se dovedească mișcarea Pământului în spațiu cu ajutorul interferenței luminii. Confirmarea experimentală nerealizându-se, s-a observat că noile experiențe, sau — ceea ce este același lucru — noile conținuturi, impuneau o lărgire a mijloacelor de exprimare, adică a sistemului de noțiuni al fizicii. Probabil că nimeni nu a prevăzut de la început că acest lucru va conduce în mod necesar la schimbări radicale privind noțiuni fundamentale precum «spațiul» și «timpul». Dar evident aceasta a fost marea descoperire a lui Einstein, care a înțeles primul că în ceea ce privește reprezentările noastre despre spațiu și timp se poate schimba ceva și trebuie schimbat ceva.

Ceea ce spui tu despre fizica ta aș compara mai degrabă cu dezvoltarea muzicii la mijlocul secolului al XVIII-lea. Pe vremea aceea, după un proces istoric lent, intrase în

conștiința timpului lumea sentimentelor individuale, așa cum le cunoaștem din operele lui Rousseau sau, mai târziu, ale lui Goethe, iar apoi, cele ale marilor clasici, Haydn, Mozart, Beethoven, Schubert, care au reușit să găsească o reprezentare potrivită pentru această lume a sentimentelor prin lărgirea mijloacelor de exprimare. În muzica actuală însă, conținuturile noi mi se par prea puțin inteligibile sau prea puțin plauzibile, iar excesul mijloacelor de exprimare mai degrabă mă îngrijorează. Drumul muzicii de astăzi pare într-o anume măsură predestinat doar în sens negativ: trebuie să se renunțe la vechea muzică tonală deoarece se crede că domeniul ei este epuizat, nu pentru că ar exista conținuturi noi și puternice, care nu s-ar mai lăsa exprimate cu ajutorul ei. Dar muzicienilor încă nu le e clară direcția de urmat după ce a fost părăsită muzica tonală, aici există numai tatonări. În științele moderne ale naturii întrebările sunt date, ce trebuie făcut este să se găsească răspunsurile. În arta modernă întrebările însele sunt nedefinite. Însă ar trebui să ne spui mai multe despre noua lume pe care crezi că o întrezărești în fizica modernă și în care, mai târziu, vrei să pornești în explorare."

Am încercat să le fac celorlalți inteligibil puținul pe care îl aflasem despre fizica atomică din lecturile mele din timpul bolii și din cărți de popularizare.

„În teoria relativității", așa i-am răspuns lui Walter, „experimentele de care ai pomenit, precum și altele, care se pare că se potrivesc bine cu experimente de alt gen, l-au făcut pe Einstein să renunțe la noțiunea de simultaneitate, așa cum era ea înțeleasă. Acest lucru este în sine tulburător. Căci, în primă instanță, fiecare om crede că știe ce înseamnă cuvântul «simultan», chiar dacă se referă la evenimente care se petrec la mari distanțe în spațiu. Dar în mod evident nu știm acest lucru în mod exact. Dacă ne întrebăm bunăoară cum putem stabili dacă două asemenea evenimente sunt simultane, iar apoi comparăm rezultatele diferitelor metode, obținem de la natură

informația că răspunsul e echivoc, că el depinde de starea de mișcare a observatorului. Spațiul și timpul nu sunt deci atât de independente unul de altul cum s-a crezut până acum. Einstein a putut descrie într-o formulare matematică destul de simplă și concisă această nouă structură a spațiului și timpului. În lunile când am fost bolnav, am încercat să pătrund puțin în această lume matematică. Am aflat între timp de la Sommerfeld că întregul domeniu a devenit în mare parte accesibil și deci nu mai e o lume nouă, nedefrișată.

Cele mai interesante probleme se află acum într-o altă direcție, și anume în teoria atomică. Acolo este vorba despre întrebarea fundamentală de ce în lumea materială există mereu aceleași forme și calități. De ce, de pildă, apa lichidă cu toate proprietățile sale caracteristice se formează din nou, mereu la fel, prin topirea gheții, de exemplu, sau prin condensarea aburilor de apă sau prin arderea hidrogenului. Acest lucru a fost întotdeauna acceptat în fizica de până acum, dar nu a fost niciodată înțeles. Dacă privim corpurile materiale, de exemplu apa, ca fiind compuse din atomi — iar chimia folosește cu succes această reprezentare — atunci legile mișcării, pe care le-am învățat la școală sub numele de mecanică newtoniană, nu ar putea conduce la mișcări de o asemenea stabilitate pentru cele mai mici particule. Aici trebuie să fie valabile legi ale naturii de cu totul alt tip, care să redea faptul că atomii se ordonează și se mișcă mereu în același fel, așa încât să se formeze mereu substanțe cu aceleași proprietăți stabile. Primele schițe pentru astfel de noi legi ale naturii au fost găsite în mod clar acum douăzeci de ani de Planck în teoria lui cuantică, iar fizicianul danez Bohr a preluat ideile lui Planck, punându-le în legătură cu reprezentările despre structura atomului pe care le dezvoltase Rutherford în Anglia. Astfel, el a putut să lumineze pentru prima dată domeniul ciudatei stabilități a atomilor, despre care tocmai am vorbit. Dar, așa cum crede Sommerfeld, în acest domeniu suntem încă departe de

o înțelegere clară a lucrurilor. Aici se deschide deci un imens teren nedesțelenit, unde se pot descoperi, într-un interval de zeci de ani, noi relații. În felul acesta, întreaga chimie ar trebui să poată fi explicată cu ajutorul fizicii atomilor, dacă se formulează aici în mod corect legile naturii. Lucrul cel mai important va fi să se găsească noile noțiuni adecvate cu care să te poți orienta în noul domeniu. Cred deci că în fizica atomică se pot descoperi astăzi relații și structuri mai importante decât în muzică. Dar recunosc desigur că acum o sută cincizeci de ani lucrurile stăteau exact invers."

„Crezi deci", răspunse Walter, „că o persoană care vrea să participe la formarea structurii spirituale a epocii sale este dependentă de posibilitățile pe care i le oferă dezvoltarea istorică pentru epoca respectivă? Dacă Mozart s-ar fi născut în epoca noastră, atunci el nu ar putea scrie decât muzică experimentală atonală precum compozitorii contemporani?"

„Da, așa cred. Dacă Einstein s-ar fi născut în secolul al XII-lea, atunci fără îndoială că nu ar fi putut face descoperiri semnificative în științele naturii."

„Poate că n-are rost", interveni mama lui Walter, „să te gândești neapărat la mari personalități ca Mozart sau Einstein. Individul nu are, cel mai adesea, posibilitatea să ia parte activă într-un domeniu decisiv. El participă la cele ce se întâmplă mai mult în mod restrâns, într-un cerc mic, iar atunci trebuie să te gândești dacă nu e totuși mai frumos să cânți sonata în si bemol minor a lui Schubert decât să construiești aparate sau să scrii formule matematice."

Am recunoscut că tocmai în această privință aveam și eu îndoielile mele, și le-am vorbit despre discuția mea cu Sommerfeld și despre faptul că viitorul meu profesor citase din Schiller: „Când regii construiesc, cărăușii au de lucru."

Rolf își spuse și el părerea: „Avem cu toții aceeași soartă. Ca muzician trebuie să investești întâi nespus de multă

muncă doar pentru a stăpâni tehnica instrumentului, ba chiar și atunci nu poți decât să cânți mereu piese care au fost interpretate mai bine de sute de alți muzicieni. Iar tu, când vei studia fizica, va trebui întâi să construiești cu multă trudă aparate pe care le-au construit alții mai bine, sau vei face raționamente matematice care au fost gândite în toate detaliile de alții înaintea ta. Când toată această muncă a fost depusă, ne mai rămâne oricum — în măsura în care suntem și noi cărăuși — contactul permanent cu muzica minunată și uneori bucuria unei interpretări deosebit de reușite. Voi veți izbuti din când în când să înțelegeți o relație ceva mai bine decât a fost posibil înainte sau să faceți o măsurătoare ceva mai exact decât au făcut-o înaintașii. Nu trebuie să contăm prea mult pe faptul că vom participa la ceva important, că vom face un pas decisiv. Nici chiar atunci când lucrăm într-un domeniu unde există încă mult teren nedefrișat."

Mama lui Walter, care ascultase gânditoare, vorbi acum mai mult pentru sine decât pentru noi, ca și cum gândurile prindeau formă doar pe măsură ce le rostea:

„Comparația cu regii și cărăușii este probabil întotdeauna greșit interpretată. Desigur, la început ni se pare că toată strălucirea vine de la regi, iar activitatea cărăușilor e secundară și neimportantă. Dar poate că e tocmai invers. Poate că strălucirea regilor se bazează pe truda cărăușilor; de fapt, această strălucire constă în faptul că, pentru mulți ani, cărăușii au de trudit din greu, dar au și împlinirea bucuriei și succesului trudei. Poate că personalități ca Bach și Mozart ne apar ca regi ai muzicii tocmai pentru că ei au dat timp de două sute de ani atâtor muzicieni mai mici posibilitatea să reinterpreteze cu mare migală și conștiiciozitate gândurile lor, iar astfel să le facă inteligibile pentru ascultători. La această trudă a reinterpretării participă ascultătorii, iar astfel conținuturile reprezentate în muzica marilor compozitori devin prezente. Dacă ne uităm la dezvoltarea istorică — și acest lucru mi se pare potrivit în egală măsură pentru arte și

pentru științe —, atunci în fiecare disciplină au existat lungi perioade de liniște sau de dezvoltare lentă. Iar în aceste perioade munca conștiincioasă, exactă până la detaliu, e cea care contează. Tot ce nu e făcut cu dăruire absolută va fi oricum uitat și nici nu merită pomenit. Dar apoi, acest proces lent, în care de-a lungul timpului se schimbă și conținuturile disciplinelor respective, aduce uneori, brusc și pe neașteptate, noi posibilități, noi conținuturi. Mari talente sunt atrase magic de acest proces, de forțele de dezvoltare care se simt aici, iar astfel se întâmplă ca într-un interval de câteva decenii și într-un spațiu restrâns să fie create cele mai remarcabile opere de artă și descoperiri științifice de cea mai mare importanță. În acest fel a apărut muzica clasică la Viena în jumătatea a doua a secolului al XVIII-lea, tot astfel pictura în secolele al XV-lea și al XVI-lea în Olanda. Marile talente dau noilor conținuturi spirituale forma lor exterioară, ele creează formele adecvate, în care se desfășoară dezvoltarea ulterioară, însă ele nu duc propriu-zis la apariția acestor noi conținuturi.

Este desigur posibil să ne aflăm acum la începutul unei epoci foarte fructuoase pentru științele naturii și atunci nu putem împiedica un tânăr să dorească să participe la această înflorire. Nici nu putem cere să se înfăptuiască concomitent dezvoltări majore în multiple domenii ale artei și științei; dimpotrivă, trebuie să fim mulțumiți dacă așa ceva se întâmplă măcar într-un singur domeniu, dacă putem lua parte nemijlocit ca spectatori sau în mod activ la o asemenea dezvoltare. La mai mult nu ne putem aștepta. De aceea găsesc că reproșurile care se fac artei moderne — pictura modernă sau muzica modernă — sunt nedrepte. După marile probleme puse muzicii sau artelor plastice în secolele al XVIII-lea și al XIX-lea, și după ce aceste probleme au fost rezolvate, trebuia să urmeze o epocă mai liniștită, în care vechiul poate fi păstrat, iar noul poate fi încercat doar tatonând nesigur și experimentând. Comparația între ce poate fi construit

în muzică acum și rezultatele marii epoci a muzicii clasice e inacceptabilă. Dar ce-ați zice dacă în încheierea acestei seri ați încerca să cântați cât mai frumos cu putință partea lentă din trioul în si bemol minor de Schubert?"

Așa am și făcut, iar din felul cum răsuna pe vioara lui Rolf melodia ușor melancolică în do major din partea a doua a acestei piese muzicale puteam bănui tristețea pe care i-o provoca părerea noastră potrivit căreia epoca de glorie a muzicii europene e definitiv apusă.

Câteva zile mai târziu, când am intrat în amfiteatrul unde Sommerfeld își ținea cursul, am descoperit în rândul al treilea un student cu părul închis la culoare și chipul oarecum inexpresiv și enigmatic, care îmi atrăsese deja atenția în sala de seminar după prima mea convorbire cu Sommerfeld. Sommerfeld ne-a făcut cunoștință, iar mai târziu, când ne-am luat rămas-bun în poarta institutului, mi-a spus că îl considera unul dintre cei mai dotați studenți ai săi, de la care aș putea învăța mult. Mi-a mai spus că mă pot adresa lui cu toată încrederea când nu înțeleg ceva la fizică. Îl chema Wolfgang Pauli[1] și până la sfârșitul vieții a fost pentru mine și pentru ce am încercat eu să fac în domeniul științei un prieten mereu bine-venit și un critic fin. M-am așezat așadar lângă el și l-am rugat ca după curs să-mi mai dea câteva sfaturi pentru studiile mele. Tocmai atunci intra Sommerfeld în sala de curs și, în timp ce rostea primele fraze ale prelegerii sale, Wolfgang a mai apucat să-mi șoptească la ureche: „Nu arată ca un colonel de husari?" Când, după prelegere, ne-am întors în sala de seminar a Institutului de fizică teoretică, i-am pus lui Wolfgang în esență două întrebări. Voiam să știu cât de mult trebuia să învăț arta de a experimenta, dacă doream să mă ocup în primul rând cu teoria și mai voiam

[1] Wolfgang Pauli (1900–1958), fizician austriac cu contribuții remarcabile la dezvoltarea mecanicii cuantice. Lui i se datorează principiul de excluziune care afirmă că doi electroni ai unui atom nu se pot afla în aceeași stare cuantică. A pus bazele teoriei spinului. Premiul Nobel pentru fizică (1945). (*N. t.*)

să știu cât de importantă era în fizica de azi — după părerea lui — teoria relativității în comparație cu teoria atomică. La prima întrebare, Wolfgang mi-a răspuns:

„Știu că Sommerfeld insistă ca noi să învățăm și ceva fizică experimentală, dar eu unul cu siguranță nu sunt în stare; nu mi se potrivește deloc manevrarea aparaturii. Mi-e clar că toată fizica se bazează pe rezultatele experimentelor; dar, odată ce aceste rezultate sunt disponibile, fizica, cel puțin fizica de astăzi, devine prea dificilă pentru majoritatea fizicienilor experimentatori. Asta pentru că, prin mijloacele tehnice actuale ale fizicii experimentale, pătrundem în domenii ale naturii care nu mai pot fi descrise în mod adecvat cu noțiuni din viața de toate zilele. De aceea suntem dependenți de un limbaj matematic abstract pe care nu-l putem mânui fără o instruire aprofundată în matematica modernă. Trebuie din păcate să ne restrângem și să ne specializăm. Mie nu mi-e greu să mânuiesc limbajul matematicii moderne și sper că în felul ăsta voi putea realiza ceva în fizică. Pe de altă parte, o anume cunoaștere a laturii experimentale e neapărat necesară. Matematicianul pur, chiar dacă e bun, nu înțelege nimic din fizică."

I-am vorbit apoi despre discuția mea cu bătrânul Lindemann, despre cățelușul negru și despre lectura cărții lui Weyl *Spațiu–timp–materie*. Povestea mea l-a amuzat vizibil pe Wolfgang.

„Mă așteptam", spuse el. „Lindemann este un fanatic al preciziei matematice. Toate științele naturii, chiar și fizica matematică, sunt pentru el o pălăvrăgeală confuză. Weyl înțelege cu adevărat ceva din teoria relativității, și din cauza asta Lindemann l-a scos bineînțeles din rândul matematicienilor serioși."

La întrebarea mea privind semnificația teoriei relativității și a teoriei atomice, răspunsul lui Wolfgang a fost mai amănunțit: „Așa-numita teorie specială a relativității", spuse el, „este complet încheiată și trebuie pur și simplu s-o înveți și s-o folosești ca pe orice altă disciplină

mai veche a fizicii. De aceea, pentru cineva care vrea să descopere ceva nou, ea nu mai e prea interesantă. Teoria relativității generale sau, ceea ce este cam același lucru, teoria gravitației a lui Einstein nu este, în același sens, încheiată. Dar neajunsul ei e că la o sută de pagini de teorie cu cele mai grele calcule matematice apare doar un singur experiment. De aceea nici nu se știe atât de sigur dacă chiar e adevărată. Această teorie deschide însă noi posibilități de gândire și de aceea trebuie neapărat luată în serios. Eu am scris de curând un articol mai amplu despre teoria relativității generale, și poate tocmai de aceea mi se pare că în fond teoria atomică e mult mai interesantă. În fizica atomică mai există o mulțime de rezultate experimentale neînțelese: ce ne spune natura într-un loc se contrazice cu ce ne spune în alt loc, iar până acum nu s-a putut contura o imagine fie și numai parțial lipsită de contradicții. Ce-i drept, danezul Niels Bohr a reușit să pună în legătură ciudata stabilitate a atomilor față de perturbații externe cu ipoteza cuantelor a lui Planck — care de asemenea nu e înțeleasă — și mai recent se pare că Bohr a reușit să facă inteligibile din punct de vedere calitativ sistemul periodic al elementelor și proprietățile chimice ale fiecărui element în parte. Dar cum anume nu mi-e prea clar, fiindcă nici el nu poate elimina contradicțiile pomenite. Deci în acest domeniu se tatonează în cea mai deasă ceață și probabil că vor mai trece câțiva ani pâna se va găsi o orientare. Sommerfeld speră ca pe baza experimentelor să poată fi ghicite noi legități. El crede în relațiile dintre numere, aproape într-o mistică a numerelor, ca pitagoreicii pe vremea lor în legătură cu armonicele corzilor oscilante. De aceea noi numim această latură a științei lui «Atomistică», dar până acum nimeni nu a găsit ceva mai bun. Te vei descurca poate mai ușor dacă nu cunoști bine fizica de până acum în extraordinara ei închidere. Deci ești în avantaj" — iar Wolfgang surâse puțin malițios spunând — „dar, evident, ignoranța nu e o garanție a succesului."

În ciuda acestei mici impoliteți, Wolfgang îmi confirma de fapt tot ceea ce-mi servise drept motivație pentru studiul fizicii. Eram deci bucuros că nu-mi încercasem puterile în matematica pură, iar cățelușul cel negru din biroul lui Lindemann îmi apăru în amintire ca o „parte a acelei puteri care vrea mereu răul și face mereu binele"[1].

[1] Citat din *Faust* de Goethe, referitor la Mephisto. (*N. t.*)

3

CONCEPTUL DE „ÎNȚELEGERE" ÎN FIZICA MODERNĂ (1920–1922)

Primii doi ani de studenție la München s-au desfășurat în două lumi foarte diferite, pe de o parte în grupul de prieteni din mișcarea de tineret și pe de alta în domeniul abstract-rațional al fizicii teoretice, iar ambele erau atât de pline de viață intensă, încât mă aflam mereu într-o stare de tensiune maximă. Trecerea de la o lume la alta nu era ușoară pentru mine. La seminarul lui Sommerfeld, discuțiile cu Wolfgang Pauli reprezentau o parte importantă a studiului meu. Dar stilurile noastre de viață erau aproape diametral opuse. În timp ce eu iubeam lumina zilei și îmi petreceam, când puteam, tot timpul liber în afara orașului făcând drumeții prin munți sau mergând la înot și pregătind mâncarea pe malurile câte unuia dintre lacurile bavareze, Wolfgang era un om al nopții. El prefera orașul, se ducea prin localuri să vadă spectacole amuzante și apoi lucra neîntrerupt cea mai mare parte a nopții la problemele lui de fizică, cu maximă intensitate și cu mare succes. Desigur că, spre părerea de rău a lui Sommerfeld, venea rar la cursurile de dimineață și ajungea de-abia la prânz la seminarii. Această deosebire dintre stilurile noastre de viață provoca tot felul de împunsături ironice, dar nu putea tulbura prietenia noastră. Interesul nostru comun pentru fizică era atât de puternic, încât anula diferențele dintre preocupările noastre în alte domenii.

Dacă mă gândesc la vara anului 1921 și încerc să adun mulțimea de amintiri într-o singură imagine, îmi apare

în fața ochilor o tabără de corturi la marginea pădurii; mai jos se întinde lacul în care cu o zi în urmă ne scăldaserăm în semiîntunericul dinaintea răsăritului, iar în spate, în depărtare se văd crestele Munților Benedictini. Camarazii mei dorm încă, iar eu părăsesc cortul singur înaintea răsăritului, pornesc pe poteci spre cea mai apropiată gară, pentru ca trenul de dimineață să mă ducă rapid la München, ca să ajung la seminarul lui Sommerfeld de la ora 9. Poteca merge întâi la vale, spre lac, printr-o zonă mocirloasă, apoi pe un deal cu morene, de unde se poate vedea în lumina dimineții lanțul Alpilor de la Munții Benedictini până la Zugspitze. Pe pășunile înflorite apar primele secerători, iar eu regret un pic că nu mai pot, ca acum trei ani la Großthalerhof în Miesbach, să lucrez ca argat încercând să manevrez mașina de cosit trasă de perechea de boi atât de drept peste pășune încât să nu rămână nici o fâșie de iarbă necosită — țăranul nostru numea așa ceva un „purcel". Astfel se succedau în gândurile mele, într-un amestec plin de culori, imagini din viața cotidiană la țară, strălucirea peisajului și prelegerea lui Sommerfeld către care mă îndreptam, și eram convins că sunt cel mai fericit om din lume.

Dacă apoi, o oră sau două după ce cursul lui Sommerfeld se terminase, apărea și Wolfgang în sala de seminar, întâlnirea noastră putea să se desfășoare în felul următor: „Bună dimineața, iată-l pe apostolul naturii. Arăți de parcă iar ai fi trăit după principiile sfântului vostru protector Rousseau. Lui i se atribuie celebrul laitmotiv «înapoi la natură; în copaci, maimuțelor.»" „Partea a doua nu e din Rousseau", puteam replica eu, „iar de cățărat în copaci nici vorbă. Dar puteai să nu spui «Bună dimineața», ci «Bună amiaza». E ora 12. Subliniez: ora 12. În curând va trebui să mă iei cu tine într-unul din localurile tale de noapte, ca să capăt și eu inspirații fizice." „Ție nu ți-ar ajuta la nimic; dar ai putea să-mi spui ce-ai aflat despre lucrările lui Kramers, despre care vei susține în curând un referat." Astfel, discuția se transforma imediat

într-un dialog pe teme profesionale. La discuțiile noastre pe teme de fizică participa deseori și un alt student, Otto Laporte, care, cu pragmatismul lui inteligent și lucid, era un bun mediator între mine și Wolfgang. Mai târziu a publicat împreună cu Sommerfeld lucrări importante despre așa-numita structură de multiplet a spectrelor.

Probabil datorită intervenției lui am organizat odată în trei, adică Wolfgang, Otto și cu mine, o excursie cu bicicletele în munți, de la Benediktbeuern peste Kesselberg până la Walchensee și de acolo mai departe în Loisachtal. A fost, cred, singura dată când Wolfgang s-a încumetat să pătrundă în lumea mea. Dar acest experiment a rodit încă mult timp prin lungile discuții pe care le-am purtat, în doi sau în trei, de-a lungul întregului drum și chiar mai târziu la München.

Iată că eram pentru câteva zile împreună în drumeție. După ce urcaserăm cu oarecare efort, împingând bicicletele, până pe șaua muntelui Kessel, am continuat fără probleme pe drumul tăiat în munte pe abruptul mal vestic al lacului Walchen — pe atunci nu-mi închipuiam ce important va deveni mai târziu acest petic pământ pentru mine — și am trecut prin locul unde odinioară, demult, un bătrân harpist împreună cu fiica lui s-au urcat în poștalionul cu care Goethe călătorea spre Italia, devenind apoi modelele pentru Mignon și bătrânul harpist din *Wilhelm Meister*. Dincolo de lacul întunecat a văzut Goethe pentru prima oară coama înaltă a munților înzăpeziți, așa cum scrie în jurnalul său. Dar deși ne lăsam pătrunși de bucurie privind aceste imagini, discuțiile noastre se întorceau mereu către întrebările care ne preocupau, legate de studiile noastre și de știință.

Wolfgang m-a întrebat odată — cred că era într-o seară, la un han din Grainau — dacă am înțeles teoria relativității a lui Einstein, teorie care juca un rol atât de important în seminarul lui Sommerfeld. Am răspuns doar că nu știu ce să-i spun, fiindcă nu-mi este clar ce înseamnă verbul „a înțelege" în științele naturii. Construcția matematică a

teoriei relativității nu-mi dădea bătăi de cap, dar asta nu însemna că am și înțeles de ce un observator în mișcare dădea alt sens cuvântului „timp" decât un observator în repaus. Această ambiguitate a noțiunii de timp rămânea pentru mine înspăimântătoare și de aceea încă de neînțeles.

„Dar dacă ți-e cunoscută construcția matematică", îmi replică Wolfgang, „atunci poți calcula pentru orice experiment dat ce vor observa sau măsura atât observatorul în repaus, cât și cel în mișcare. Știi de asemenea că avem toate motivele să presupunem că un experiment real va da exact acele rezultate pe care calculele le prevăd. Ce vrei mai mult?"

„Tocmai asta e dificultatea pentru mine", am răspuns, „că nu știu ce se poate cere în plus. Dar, într-un anumit sens, mă simt înșelat de logica cu care funcționează această construcție matematică. Sau poți spune și așa: am înțeles teoria cu capul, dar încă nu cu inima. Cred că știu ce este «timpul» și fără să fi învățat fizică, iar atât modul nostru de a gândi cât și modul nostru de a acționa presupun întotdeauna acest concept naiv de timp. S-ar putea formula și așa: modul nostru de a gândi se bazează pe faptul că acest concept de timp funcționează, astfel încât avem succes cu el. Dacă pretindem acum că acest concept de timp ar trebui schimbat, atunci nu mai știm dacă limba pe care o folosim și modul nostru de a gândi mai sunt unelte folositoare pentru a ne descurca. Nu vreau să mă sprijin aici pe Kant, care descrie spațiul și timpul ca forme apriorice și vrea să confere astfel acestor forme fundamentale, așa cum păreau a fi valabile și în fizica dinainte, un caracter absolut. Vreau numai să subliniez că vorbele și gândurile devin nesigure dacă modificăm concepte fundamentale, iar nesiguranța nu poate fi împăcată cu înțelegerea."

Otto găsea că scrupulele mele sunt neîntemeiate. „În filozofia tradițională", zise el, „asemenea concepte precum «spațiu» și «timp» par să aibă o semnificație precisă care nu se mai poate schimba. Dar asta arată numai că această

filozofie tradițională e greșită. Nu mă pot împăca cu exprimări elegante despre «ființa» spațiului și timpului. Probabil că te-ai ocupat deja prea mult cu filozofia. Dar ar trebui să cunoști și definiția hazlie: «Filozofia este abuzarea sistematică de un limbaj inventat anume cu acest scop.» Orice pretenție de absolut trebuie astfel resprinsă de la bun început. În realitate ar trebui folosite numai acele cuvinte și concepte care pot fi puse nemijlocit în legătură cu observația senzorială, care desigur poate fi înlocuită cu observația mai complicată din fizică. Asemenea concepte pot fi înțelese fără multe explicații. Tocmai această întoarcere la ceea ce poate fi observat a fost marele merit al lui Einstein. Einstein a avut dreptate să pornească de la această constatare banală: timpul este ceea ce se poate citi pe un ceas. Dacă te ții de această semnificație banală a cuvintelor, atunci nu există dificultăți în teoria relativității. De îndată ce o teorie permite să prevezi în mod corect rezultatele observațiilor, teoria îți pune la dispoziție tot ce e necesar pentru a înțelege."

Wolfgang își exprimă unele rezerve. „Ce spui tu e valabil doar dacă acceptăm anumite condiții foarte importante, pe care nu le putem lăsa neexprimate. Întâi, trebuie să fim siguri că previziunile teoriei au o singură semnificație și că sunt necontradictorii. În cazul teoriei relativității, datorită construcției ei matematice clare, această condiție este îndeplinită. În al doilea rând, din însăși structura conceptuală a teoriei trebuie să rezulte pentru care fenomene teoria poate fi aplicată și pentru care nu. Dacă nu ar exista o asemenea graniță, atunci orice teorie ar putea fi imediat respinsă, deoarece nu există teorie care să poată prezice toate fenomenele din lume. Dar chiar și dacă aceste condiții sunt îndeplinite, tot nu sunt chiar sigur că în mod automat înțelegem deplin numai pentru că putem prezice toate fenomenele care aparțin domeniului respectiv. Aș putea să-mi închipui și contrariul: un domeniu al experienței poate fi deplin înțeles fără a putea prezice prin calcul rezultatele experimentelor viitoare."

Prin exemple din istorie am încercat să motivez îndoielile mele privind echivalența dintre capacitatea de a prezice prin calcul și a înțelege. „Știi că în Grecia antică astronomul Aristarh se gândise la posibilitatea ca Soarele să se afle în centrul sistemului nostru planetar. Acest gând a fost însă respins de Hipparh și apoi a fost dat uitării, iar Ptolemeu a pornit de la premisa că Pământul se află în centru, nemișcat, și a privit traiectoriile planetelor ca fiind compuse din mai multe traiectorii suprapuse, cicluri și epicicluri. Cu acest mod de a vedea sistemul planetar, a putut prezice foarte exact eclipsele de soare și de lună, și de aceea teoria lui a fost folosită ca o bază sigură a astronomiei timp de peste un mileniu și jumătate. Dar chiar înțelesese Ptolemeu sistemul planetar? Nu cumva abia Newton este cel care a explicat cu adevărat prin gravitație mișcarea planetelor, Newton care cunoștea legea inerției și care a introdus forța drept cauză pentru modificarea mișcării? Nu este el primul care a înțeles această mișcare? Asta mi se pare o întrebare decisivă. Sau să luăm un exemplu din istoria mai recentă a fizicii. La sfârșitul secolului al XVIII-lea, când fenomenele electrice începuseră să fie cunoscute mai îndeaproape, existau calcule foarte exacte referitoare la forțele electrostatice dintre corpurile încărcate electric, așa cum am învățat din prelegerile lui Sommerfeld. Corpurile erau considerate, ca în mecanica lui Newton, purtătoare ale forțelor. Dar abia când englezul Faraday a schimbat întrebarea într-una despre câmpul de forțe, adică despre repartizarea forțelor în spațiu și timp, a găsit și fundamentul pentru înțelegerea fenomenelor electromagnetice, care a putut fi apoi formulată matematic de Maxwell."

Otto era de părere că aceste exemple nu erau prea convingătoare. Așa că spuse: „În aceste exemple nu văd decât o diferență graduală, nu o deosebire fundamentală. Astronomia lui Ptolemeu era foarte bună, altfel nu ar fi rezistat un mileniu și jumătate. Cea a lui Newton nu era nici ea mai bună la început, și abia cu trecerea timpului

s-a văzut că mișcările corpurilor cerești pot fi într-adevăr prezise prin calcul mai exact cu ajutorul mecanicii newtoniene decât cu ciclurile și epiciclurile lui Ptolemeu. De fapt, nu pot să recunosc că Newton ar fi făcut ceva fundamental mai bun decât Ptolemeu. A dat doar o altă reprezentare matematică mișcării planetare, iar de-a lungul secolelor ea a avut mai mult succes."

Wolfgang găsea că acest mod de a privi lucrurile era totuși prea unilateral pozitivist. „Eu cred", răspunse el, „că astronomia lui Newton se deosebește fundamental de cea a lui Ptolemeu. Și anume: Newton a schimbat modul de formulare a întrebării. El a început prin a-și pune întrebări nu în legătură cu mișcările, ci cu cauza lor. El a găsit forța drept cauză a mișcărilor, iar apoi a descoperit că în sistemul planetar forțele sunt mai simple decât mișcările. Le-a descris cu ajutorul legii gravitației descoperită de el. Dacă astăzi afirmăm că am înțeles mișcarea planetelor de la Newton încoace, vrem de fapt să spunem că putem întemeia mișcările planetelor, care se dovedesc a fi foarte complicate la o observație mai atentă, prin ceva foarte simplu, și anume prin forțele gravitației, iar astfel le putem explica. La Ptolemeu, complicațiile mișcărilor puteau fi descrise prin suprapunerea ciclurilor și epiciclurilor, dar acestea trebuiau să fie pur și simplu acceptate ca fapte empirice. În plus, Newton a arătat că la mișcarea planetelor se întâmplă în esență același lucru ca la aruncarea unei pietre, la oscilațiile unui pendul sau la dansul unui giroscop. Explicația newtoniană a sistemului planetar este cu mult superioară sistemului ptolemeic tocmai pentru că în mecanica lui Newton fenomene atât de diferite pot fi aduse la aceeași bază, și anume cunoscuta lege «masa × accelerația = forța»."

Otto nu se dădu încă bătut. „Cuvântul «cauză», forța drept cauză a mișcării, totul sună foarte frumos; dar, în fond, prin asta s-a făcut doar un mic pas înainte. Fiindcă putem să ne întrebăm mai departe care este cauza pentru forță, pentru gravitație? Așa încât, conform filozofiei tale,

mișcarea planetelor va fi în mod real «pe de-a întregul» înțeleasă abia atunci când vom cunoaște cauza pentru gravitație ș.a.m.d. *ad infinitum.*"

Wolfgang se opuse energic acestei critici a conceptului de „cauză". „Evident putem continua să punem întrebări. Aceasta este baza oricărei științe. Dar aici acest argument nu e prea potrivit. A înțelege natura înseamnă desigur a desluși conexiunile dinăutrul ei; a ști cu siguranță că ai ajuns să cunoști angrenajul ei interior. Un asemenea mod de a ști nu se poate baza pe cunoașterea unui fenomen singular sau a unui grup de fenomene, chiar dacă s-a descoperit în ele o anume ordine, ci doar atunci când s-au recunoscut legăturile dintre o multitudine de fapte ale experienței, iar acestea au putut fi întemeiate pe aceeași bază simplă. Atunci siguranța își are temeiul tocmai în această multitudine. Pericolul de a greși devine cu atât mai mic cu cât fenomenele sunt mai diverse și mai cuprinzătoare, și cu cât principiul comun pe care sunt întemeiate e mai simplu. Iar faptul că mai târziu vor fi descoperite legături și mai cuprinzătoare nu este nicidecum un contraargument."

„Iar tu crezi că ne putem încrede în teoria relativității tocmai pentru că leagă în mod unitar o multitudine de fapte, de pildă în electrodinamica corpurilor în mișcare, și le întemeiază pe o bază comună. Deoarece relația unitară este aici simplă și matematic ușor de pătruns, se naște în noi sentimentul că am «înțeles» — deși trebuie să ne obișnuim cu o semnificație nouă, sau mai bine zis schimbată, a cuvintelor «spațiu» și «timp»."

„Da, cam asta e părerea mea. Saltul decisiv la Newton, ca și la Faraday pe care tocmai l-ai pomenit, a fost noul mod de a formula întrebările, și drept urmare noul mod lămuritor de «a înțelege» înseamnă, foarte general vorbind, să dețiii reprezentări, concepte cu care să poți recunoaște legăturile dintre o multitudine de fenomene ca fiind unitare; iar asta înseamnă «a cuprinde» cu mintea. Gândurile noastre se liniștesc când o situație particulară,

aparent tulburătoare, este doar un caz particular al unui întreg mai cuprinzător, care tocmai de aceea poate fi formulat mai simplu. Întemeierea diversității colorate pe ceea ce este simplu și general — sau, ca să formulăm în spiritul grecilor tăi: a lui «mult» pe «unul» — este ceea ce noi desemnăm prin «a înțelege». Capacitatea de a prezice prin calcul va fi deseori o urmare a faptului de a fi înțeles, de a fi în posesia conceptelor potrivite, dar nu este pur și simplu identică cu înțelegerea."

Otto murmură: „Abuzarea sistematică de un limbaj inventat anume cu acest scop. Nu văd de ce trebuie să vorbim atât de complicat despre lucrurile astea. Dacă folosim limba astfel încât să se refere la observațiile nemijlocite, aproape că nu pot avea loc confuzii, pentru că atunci știm ce înseamnă fiecare cuvânt. Iar dacă o teorie răspunde acestei cerințe, atunci va putea fi înțeleasă și fără multă filozofie."

Dar Wolfgang nu voia să accepte fără replică acest punct de vedere. „Această cerință, care sună atât de plauzibil, este, așa cum știi, subliniată cu precădere de Mach, și uneori se spune că Einstein a găsit teoria relativității pentru că a urmat filozofia lui Mach. Dar acest mod de a trage concluzii mi se pare o simplificare mult prea mare. Este cunoscut faptul că Mach nu a crezut în existența atomilor, pentru că putea argumenta, pe drept, că nu pot fi observați în mod direct. Dar există multe fenomene în fizică și chimie pe care de-abia acum putem spera să le înțelegem, după ce știm că atomii există. Aici Mach a fost evident indus în eroare chiar de principiul lui, pe care tu îl recomanzi cu atâta insistență, și nu vreau să privesc asta ca pe o pură întâmplare."

„Fiecare face greșeli", zise Otto împăciuitor. „Nu trebuie să le luăm ca motiv pentru a reprezenta lucrurile într-un mod mai complicat decât sunt ele. Teoria relativității e atât de simplă, încât poate fi înțeleasă cu adevărat. Dar în teoria atomică lucrurile arată încă destul de nebulos."

Și așa am ajuns la a doua temă importantă a discuției noastre. Dar discuțiile asupra acestui subiect s-au prelungit cu mult dincolo de excursia noastră cu bicicletele și au fost continuate îndelung la seminarul de la München, deseori împreună cu profesorul nostru, Sommerfeld.

Subiectul principal al seminarului cu Sommerfeld era teoria atomică a lui Bohr. Această teorie reprezenta atomul — bazându-se pe experimentele decisive din Anglia ale lui Rutherford — drept un sistem planetar în miniatură, în al cărui centru se află nucleul atomic ce conține aproape întreaga masă a atomului, deși este mult mai mic decât atomul, și e înconjurat de electroni, asemănător planetelor. Traiectoriile acestor electroni nu trebuiau însă să depindă de forțe și de istoria lor sau să poată fi modificate de eventuale influențe exterioare, așa cum ne-am aștepta la un sistem planetar, ci trebuiau — pentru a explica stabilitatea ciudată a materiei față de acțiuni din exterior — să fie determinate de condiții suplimentare care nu au nimic comun cu mecanica sau astronomia în sensul tradițional. De la celebra lucrare a lui Planck din anul 1900, asemenea condiții erau numite condiții de cuantificare. Iar aceste condiții aduceau în fizica atomică acel ciudat element de mistică a numerelor despre care a fost vorba și mai sus. Anumite mărimi calculate pornind de la traiectorie trebuiau să fie multipli întregi ai unei unități de bază, și anume cuanta de acțiune a lui Planck. Asemenea reguli aminteau de observațiile vechilor pitagoreici, conform cărora două corzi oscilante sună împreună în mod armonic atunci când, la tensiune egală, lungimile lor se află într-un raport de numere întregi. Dar ce aveau în comun traiectoriile de tip planetar ale electronilor și vibrațiile corzilor? Încă mai problematic era modul în care trebuia să fie imaginată emisia luminii de către atom. Electronul emițător trebuia să facă un salt de pe o traiectorie cuantică pe alta, iar energia eliberată prin acest salt se regăsea ca pachet, numit cuantă de lumină, în radiația emisă. Asemenea reprezentări nu ar fi fost

probabil luate în serios niciodată dacă prin ele nu s-ar fi putut explica foarte bine și foarte exact o serie întreagă de experimente.

Pentru noi, studenții tineri, acest amestec de mistică a numerelor și succes empiric de netăgăduit era fascinant. La scurtă vreme după ce începusem studiile, Sommerfeld îmi dăduse ca temă să trag concluzii despre traiectoriile electronilor implicați și despre numerele lor cuantice, folosind anumite rezultate experimentale pe care le primise de la un prieten fizician experimentator. Nu a fost greu, dar rezultatul a fost deosebit de straniu. Trebuia să accept ca numere cuantice nu numai numere întregi, ci și jumătăți de numere întregi, iar acest lucru contrazicea teoria cuantică și mistica numerelor lui Sommerfeld. Părerea lui Wolfgang era că poate voi mai introduce și sferturi și optimi de numere întregi, iar astfel, până la urmă, în mâinile mele, toată teoria atomică se transformă în fărâme. Însă experimentele arătau chiar așa, ca și cum existența jumătăților de numere cuantice ar fi fost îndreptățită, iar acest lucru nu făcea decât să adauge încă un element de neînțeles celor deja existente.

Wolfgang își pusese o problemă mai dificilă. Voia să verifice dacă într-un sistem complicat, pentru care se puteau încă face calcule cu metodele astronomiei, teoria lui Bohr și condițiile cuantice Bohr-Sommerfeld conduceau la rezultatele corecte. În discuțiile noastre de la München ne exprimaserăm îndoiala dacă nu cumva succesele de până acum ale teoriei nu se reduc la sisteme deosebit de simple și dacă nu cumva chiar la sistemul puțin mai complicat pe care îl studia Wolfgang ar apărea neconcordanțe.

Într-o bună zi, Wolfgang mă întrebă în legătură cu această lucrare: „Crezi că există de fapt pentru electronii din atomi ceva ce putem numi traiectorie?" Răspunsul meu trebuie să fi sunat cam întortocheat: „Întâi, putem observa direct traiectoria unui electron în camera cu ceață. Dâra luminată de condens a picăturilor de ceață arată pe

unde a trecut electronul. Dacă însă există o traiectorie a electronului în camera cu ceață, atunci trebuie probabil să existe una și în interiorul atomului. Dar trebuie să recunosc că și eu am început să am îndoieli cu privire la asta. Pentru că noi calculăm o traiectorie conform legilor mecanicii clasice a lui Newton, însă apoi îi conferim, cu ajutorul condițiilor cuantice, o stabilitate pe care nu ar trebui s-o aibă niciodată conform tocmai acestor legi; iar când, la emisia de radiație, electronul sare de pe o traiectorie pe alta — și se pretinde acest lucru — atunci preferăm să nu mai spunem nimic nici despre acest salt, nici despre ce face electronul: un salt în lungime sau unul în înălțime sau altceva la fel de frumos. Așa că, într-un anume fel, toată povestea asta cu traiectoria electronului în atom trebuie să fie un nonsens. Dar atunci ce este?"

Wolfgang făcu un semn cu capul. „Totul e într-adevăr înspăimântător de mistic. Dacă există o traiectorie a electronului, atunci acest electron se mișcă evident periodic, cu o anumită frecvență. Atunci, conform legilor electrodinamicii, rezultă că sarcina electrică în mișcare periodică emite oscilații electrice, iar asta înseamnă pur și simplu că este emisă lumină cu această frecvență. Dar se spune că nici nu poate fi vorba despre așa ceva; dimpotrivă, frecvența de oscilație a luminii emise se află undeva la mijloc, între frecvența corespunzătoare traiectoriei dinaintea misteriosului salt și a celei de după salt. Toate astea sunt în fond nebunie curată."

„Chiar dacă-i nebunie, tot are o metodă", am citat eu.

„Da, poate. Niels Bohr pretinde că acum cunoaște pentru fiecare atom din sistemul periodic al elementelor chimice traiectoriile electronilor, dar în cazul de față noi doi nu credem, dacă suntem sinceri, în traiectorii ale electronilor. Sommerfeld, poate, mai crede în ele. Și totuși traiectoria electronilor în camera cu ceață poate fi văzută bine de noi toți. Probabil tot Niels Bohr are dreptate într-un anumit sens; dar noi nu știm încă în care sens."

Spre deosebire de Wolfgang, eu eram optimist în privința unor asemenea întrebări, așa că am răspuns cam în felul următor: „Găsesc că fizica lui Bohr e fascinantă, în ciuda tuturor dificultăților ei. Bohr trebuie să fie și el conștient că pornește de la premise care conțin contradicții, deci nu pot fi valabile în forma asta. În plus, are un instinct care nu dă greș și știe să obțină din aceste premise contradictorii un tablou destul de veridic al fenomenelor atomice. În fond, Bohr folosește mecanica clasică sau mecanica cuantică așa cum un pictor folosește pensula și culorile. Tabloul nu e determinat de pensulă și culori, iar culorile nu sunt niciodată realitatea; dar când vezi tabloul, precum artistul, cu ochii minții, poți — fie și doar imperfect — să-l reprezinți cu pensula și culorile și pentru ceilalți. Bohr cunoaște foarte exact comportamentul atomilor la emisia radiației, în procesele chimice sau în multe alte împrejurări, iar astfel a căpătat intuitiv o reprezentare a structurii diverșilor atomi; un tablou pe care vrea să-l facă inteligibil celorlalți fizicieni cu ajutorul mijloacelor imperfecte ale traiectoriilor electronilor și condițiilor cuantice. Nu e nici măcar atât de sigur că Bohr însuși crede în traiectoriile electronilor în atom. Dar e convins de exactitatea imaginilor sale. Faptul că pentru aceste imagini nu există încă un limbaj sau o exprimare matematică adecvate nu e o nenorocire. Dimpotrivă, e o temă de lucru extrem de tentantă."

Wolfgang rămase sceptic. „Întâi vreau să mă lămuresc dacă premisele din modelul Bohr-Sommerfeld conduc la rezultate raționale în problema la care lucrez. Dacă nu — și presimt că așa se va întâmpla — atunci cel puțin știm ce nu funcționează, iar astfel facem un pas înainte." Apoi continuă gânditor: „Imaginile lui Bohr trebuie să fie cumva adevărate. Dar cum pot fi înțelese și ce legi se află în spatele lor?"

Ceva mai târziu, după o discuție lungă despre teoria atomică a lui Bohr, Sommerfeld mă întrebă brusc: „Ați dori să-l cunoașteți pe Bohr personal? Bohr va ține în

curând o serie de prelegeri la Göttingen despre teoria lui. Sunt invitat să particip și aș putea să vă iau cu mine." A trebuit să ezit un moment până să răspund, fiindcă o călătorie cu trenul până la Göttingen și înapoi ar fi reprezentat pe atunci pentru mine o problemă financiară de nerezolvat. Poate că Sommerfeld a observat expresia feței mele. În orice caz, a adăugat că s-ar putea ocupa de costurile călătoriei, iar eu am acceptat imediat.

Vara timpurie a anului 1922 împodobise Göttingenul, orășelul prietenos cu vile și grădini de la poalele muntelui Hain, cu nenumărate tufișuri înflorite, trandafiri și straturi de flori, așa încât fie și numai strălucirea cadrului îndreptățea numele pe care l-am dat mai târziu acestor zile: „Festivalul Bohr" de la Göttingen. Imaginea primei prelegeri mi-a rămas neștearsă în amintire. Amfiteatrul era arhiplin. Fizicianul danez, pe care îl recunoșteai imediat după statura lui de scandinav, stătea cu capul ușor aplecat, prietenos și puțin stânjenit, pe podiumul asupra căruia se revărsa prin fereastra deschisă toată lumina verii de la Göttingen. Bohr[1] vorbea destul de încet, cu un ușor accent danez, iar când explica pe rând fiecare dintre presupozițiile teoriei sale alegea cuvintele cu mare atenție, mult mai grijuliu decât eram noi obișnuiți de la Sommerfeld, iar în spatele celor mai multe fraze formulate cu grijă deveneau vizibile lungi șiruri de gânduri, din care numai începutul era formulat, și al căror capăt se pierdea în penumbra unei poziții filozofice care m-a impresionat puternic. Conținutul prelegerii părea nou și în același timp cunoscut. Studiasem teoria lui Bohr la seminarul lui Sommerfeld, așa încât știam despre ce era vorba. Dar, spuse de Bohr, lucrurile sunau altfel decât

[1] Niels Bohr (1855–1962), fizician danez care, prin modelul său atomic, în care electronii se rotesc pe orbite în jurul nucleului, a pus bazele unei prime variante a mecanicii cuantice. A jucat un rol central în interpretarea rezultatelor ulterioare ale teoriei cuantice, punând accent pe noțiunea de complementaritate. Premiul Nobel pentru fizică (1922). (*N. t.*)

în gura lui Sommerfeld. Se putea simți imediat că Bohr își obținuse rezultatele nu prin calcule și dovezi, ci prin intuiție și presimțire, și că-i venea greu acum să le argumenteze în fața înaltei școli de matematică de la Göttingen. După fiecare prelegere aveau loc discuții, iar după a treia prelegere mi-am luat inima în dinți și am făcut o observație critică.

Bohr vorbise de acea lucrare a lui Kramers despre care ținusem un referat la seminarul lui Sommerfeld, iar la sfârșit a spus: deși bazele teoriei au rămas nelămurite, putem avea încredere că rezultatele lui Kramers sunt corecte și că vor fi confirmate mai târziu de experimente. M-am ridicat și mi-am exprimat obiecțiile care rezultaseră din discuțiile noastre de la München, și care mă făceau să mă îndoiesc de rezultatele lui Kramers. Bohr a simțit desigur că aceste obiecții porneau dintr-o preocupare adâncă și serioasă privind teoria sa.

A răspuns șovăitor, ca și cum aceste obiecții l-ar fi neliniștit puțin, iar la sfârșitul discuțiilor a venit la mine și m-a întrebat dacă nu am putea face împreună o plimbare după-masă pe Hainberg, pentru a discuta temeinic despre întrebările puse de mine.

Această plimbare a avut cea mai puternică influență asupra dezvoltării mele științifice ulterioare, sau poate ar trebui să spun că dezvoltarea mea științifică propriu-zisă a început abia cu această plimbare. Drumul ne-a dus pe o potecă din pădure, pe lângă mult frecventata cafenea Zum Rohns, spre înălțimile scăldate în soare de unde se putea vedea întreaga panoramă a celebrului orășel universitar, dominat de turnurile vechii biserici Sfinții Ioan și Iacob, precum și dealurile de pe celălalt versant al văii Leine.

Bohr începu discuția revenind la cele spuse în acea dimineață: „Azi-dimineață v-ați exprimat anumite rețineri față de lucrarea lui Kramers. Trebuie să spun imediat că înțeleg îndoielile dumneavoastră; și cred că ar trebui să vă explic mai pe larg felul în care mă raportez la toate aceste probleme. În fond, vă dau dreptate mai mult decât

vă închipuiți și știu foarte bine cât de prudenți trebuie să fim când facem afirmații despre structura atomilor. Dați-mi voie să vă povestesc ceva despre istoria acestei teorii. Punctul de pornire nu a fost gândul că atomul ar fi un sistem planetar în miniatură și că se pot aplica aici legile astronomiei. Nu am luat niciodată *ad litteram* aceste reprezentări. Pentru mine, punctul de pornire a fost stabilitatea materiei, care însă, din perspectiva fizicii de până acum, este pur și simplu un miracol.

Prin cuvântul stabilitate înțeleg că întotdeauna apar aceleași substanțe cu aceleași proprietăți, că se formează aceleași cristale, că au loc aceleași legături chimice ș.a.m.d. Acest lucru trebuie deci să însemne că și după multe modificări, care pot fi provocate de influențe exterioare, un atom de fier rămâne în ultimă instanță tot un atom de fier cu aceleași proprietăți. Acest lucru este de neînțeles conform mecanicii clasice, mai ales dacă atomul ar semăna cu sistemul planetar. În natură există deci o tendință de constituire a anumitor forme — folosesc aici cuvântul «forme» în sensul cel mai general — și de regenerare a acestor forme, chiar dacă au fost perturbate sau distruse. În legătură cu aceasta, ne-am putea gândi și la biologie; căci stabilitatea organismelor vii, constituirea celor mai complicate forme, care există însă numai ca întreg, este un fenomen de același tip. Dar în biologie avem de-a face cu structuri foarte complicate care se modifică în timp, și nu despre ele aș vrea să vorbim acum. Aș dori să vorbesc deocamdată numai despre cele mai simple forme pe care le întâlnim deja în fizică și chimie. Existența unor substanțe unitare, existența corpurilor solide, totul se bazează pe această stabilitate a atomilor; la fel și faptul că, de exemplu, dintr-un tub care conține un anumit gaz bine definit se emite mereu o lumină de aceeași culoare, adică un spectru luminos cu aceleași linii spectrale. Toate aceste lucruri nu sunt de la sine înțelese, ci dimpotrivă, par de neînțeles dacă acceptăm fundamentele fizicii newtoniene, determinismul cauzal strict al proceselor, prin care starea actuală trebuie să fie unic determinată

de starea anterioară și numai de ea. Această contradicție m-a neliniștit de multă vreme.

Poate că minunea stabilității materiei ar fi rămas încă multă vreme neluată în seamă dacă nu ar fi fost pusă în evidență în ultimele decenii prin unele observații importante de altă natură. Planck a găsit că energia unui sistem atomic se schimbă discontinuu, că atunci când un asemenea sistem emite energie există, ca să spun așa, stații cu anumite energii, pe care eu le-am numit stări staționare. Mai târziu, Rutherford a făcut experimentele lui privitoare la structura atomilor, care au fost decisive pentru evoluția ulterioară. Acolo, la Manchester, în laboratorul lui Rutherford, am luat eu cunoștință de această problematică. Pe atunci eram aproape la fel de tânăr ca dumneavoastră acum și am discutat foarte mult cu Rutherford despre asemenea probleme. În cele din urmă, tot în acea perioadă au fost cercetate mai exact fenomenele de emisie, s-au măsurat liniile spectrale caracteristice pentru diferitele elemente chimice, iar diversele experiențe chimice conțin desigur și o sumedenie de informații despre comportamentul atomilor. Prin toată această dezvoltare, la care am participat atunci nemijlocit, s-a ridicat o întrebare pe care astăzi n-o mai putem evita: cum se leagă toate aceste lucruri? Teoria pe care am propus-o nu încearcă decât să pună în evidență aceste conexiuni.

Dar această misiune n-are sorți de izbândă; este o misiune de o cu totul altă natură decât cele pe care le întâlnim în mod obișnuit în știință. Pentru că în fizica de până acum, ca și în oricare altă știință a naturii, când se dorea explicarea unui nou fenomen, se putea încerca analizarea noului fenomen cu ajutorul fenomenelor sau legilor deja cunoscute. În fizica atomică știm deja că aceste concepte de până acum nu vor fi suficiente. Din cauza stabilității materiei, fizica lui Newton nu poate fi adevărată în interiorul atomului, ci poate, în cel mai bun caz, reprezenta un punct de sprijin din când în când. Și de aceea nici nu va putea exista o descriere intuitivă a structurii atomului, fiindcă o asemenea descriere — tocmai pentru

a fi intuitivă — ar trebui să folosească conceptele fizicii clasice, care însă nu mai pot cuprinde aceste fenomene. Cu o asemenea teorie se încearcă de fapt un lucru absolut imposibil. Fiindcă trebuie să spunem ceva despre structura atomului, dar nu avem un limbaj cu ajutorul căruia să ne facem înțeleși. Suntem astfel, într-un anume sens, în situația unui marinar care a naufragiat într-un ținut îndepărtat unde nu numai condițiile de viață sunt cu totul altele decât cele cu care este el obișnuit de acasă, ci și limba pe care o vorbesc băștinașii îi e complet necunoscută. El depinde în mod vital de înțelegerea cu ceilalți, dar nu are la dispoziție nici un mijloc de înțelegere. Într-o asemenea situație, o teorie nu poate «explica», în sensul obișnuit pe care îl cunoaștem în știință. Acum se pune problema să stabilim conexiunile și să avansăm prudent. În acest fel trebuie înțelese și calculele lui Kramers, și poate că azi-dimineață nu m-am exprimat destul de prudent. Dar deocamdată nici nu putem face mai mult."

Din aceste opinii ale lui Bohr am simțit că și lui îi erau cunoscute toate îndoielile și obiecțiile pe care le exprimaserăm noi la München. Ca să fiu sigur că înțelesesem bine, l-am întrebat: „Ce înseamnă atunci imaginile atomilor pe care le-ați prezentat și le-ați discutat în prelegerile dumneavoastră din ultimele zile, și pentru care ați dat și argumente? Cum trebuie înțelese ele?"

„Aceste imagini", răspunse Bohr, „sunt rezultate din experimente, sau, dacă vreți, au fost ghicite din experimente și nu sunt rezultatul unor calcule teoretice. Sper ca aceste imagini să reprezinte suficient de bine structura atomilor, dar *numai* atât de bine pe cât e posibil cu ajutorul limbajului intuitiv al fizicii clasice. Trebuie să ne fie clar că aici limbajul poate fi folosit doar ca în poezie, unde de asemenea nu se reprezintă precis fapte, ci se creează în conștiința ascultătorului imagini și legături între gânduri."

„Dar atunci cum se pot realiza progrese? În ultimă instanță, fizica trebuie să fie o știință exactă."

„Trebuie să ne așteptăm", spuse Bohr, „ca paradoxurile teoriei cuantice, trăsăturile ei de neînțeles, care sunt legate

de stabilitatea materiei, să apară într-o lumină din ce în ce mai clară cu fiecare nouă experiență. Dacă lucrurile se vor petrece astfel, atunci putem spera ca, în timp, să se formeze noi concepte, cu ajutorul cărora să putem reprezenta și aceste fapte neintuitive. Deocamdată însă suntem departe de așa ceva."

Ideile lui Bohr se legau cumva în mintea mea de cele exprimate de Robert cu ocazia excursiei noastre la lacul Starnberg, și anume că atomii nu sunt lucruri. Căci, deși Bohr credea că poate descrie atâtea detalii din structura internă a atomilor chimici, totuși electronii din care se compunea pătura exterioară a atomilor păreau în mod evident a nu mai fi lucruri; în orice caz, nu mai erau lucruri în sensul fizicii dinainte, unde puteau fi descrișii fără rezerve cu ajutorul conceptelor de spațiu, viteză, energie, întindere. De aceea l-am întrebat pe Bohr: „Dacă structura internă a atomilor poate fi atât de greu descrisă intuitiv, cum spuneți dumneavoastră, dacă de fapt nici nu avem un limbaj cu ajutorul căruia să vorbim despre această structură, atunci putem vreodată înțelege atomii?" Bohr ezită un moment și spuse apoi: „Desigur. Dar concomitent va trebui să începem să învățăm ce înseamnă «a înțelege»."

Între timp mica noastră plimbare ne dusese pe culmea cea mai înaltă a muntelui Hain, la un han care poate că se cheamă Kehr[1] pentru că și pe timpuri era punctul de la care trebuia să te întorci. De acolo ne îndreptarăm și noi înapoi către vale, de data aceasta spre sud, având în față priveliștea dealurilor, pădurilor și satelor din valea Leinen, care între timp au fost de mult înglobate în orașul propriu-zis.

„Am vorbit despre atâtea lucruri dificile", reluă Bohr discuția, „și v-am povestit și cum am intrat eu însumi în toată această știință; dar încă nu știu nimic despre dumneavoastră. Păreți încă foarte tânăr. Aș zice că ați început cu studiul fizicii atomice, iar abia apoi ați învățat fizica

[1] „Întoarcere" în limba germană. (*N. t.*)

mai veche și altele. Probabil că Sommerfeld v-a condus de timpuriu în această lume aventuroasă a atomilor. Cum ați trăit războiul?"

I-am mărturisit atunci că, la cei douăzeci de ani ai mei, eram abia în al patrulea semestru de studii, deci știam încă îngrozitor de puțin din fizica propriu-zisă, și i-am povestit despre seminarul lui Sommerfeld, unde mă atrăseseră în mod deosebit tocmai complicațiile și neclaritățile din teoria cuantică. I-am mai povestit că pentru serviciul militar fusesem prea tânăr, iar din familia noastră numai tatăl meu fusese pe front, în Franța, ca ofițer de rezervă; că ne făcuserăm multe griji din pricina lui, dar se întorsese rănit în 1916; că în ultimul an de război, ca să am ce mânca, lucrasem ca argat într-o gospodărie țărănească din ținutul prealpin al Bavariei. Că, în afară de toate acestea, la München asistasem la luptele revoluționare. Dar în rest fusesem cruțat de războiul propriu-zis.

„Aș dori să aud mai multe de la dumneavoastră", spuse Bohr, „și astfel să aflu câte ceva despre situația din țara dumneavoastră, pe care o cunosc încă atât de puțin. Și despre mișcarea de tineret, despre care mi-au vorbit fizicienii de la Göttingen. Trebuie să ne vizitați odată la Copenhaga, poate chiar pentru mai multă vreme, ca să putem face fizică împreună. Atunci vă voi arăta și mica noastră țară și vă voi povesti despre istoria ei."

Când ne apropiam de primele case din oraș, discuția se îndreptă asupra matematicienilor și fizicienilor din Göttingen, asupra lui Max Born, James Franck, Richard Courant și David Hilbert, pe care eu de-abia îi cunoscusem în acele zile, și am vorbit despre posibilitatea ca și eu să-mi fac o parte a studiilor la Göttingen. Astfel, viitorul îmi apărea plin de speranțe și posibilități, pe care, aflat pe drumul către pensiunea mea după ce-l condusesem pe Bohr acasă, mi le închipuiam în culorile cele mai vii.

4
ÎNVĂȚĂMINTE DESPRE POLITICĂ ȘI ISTORIE (1922–1924)

Vara anului 1922 se încheie pentru mine cu o experiență tristă. Profesorul meu Sommerfeld îmi propusese să iau parte la Adunarea Cercetătorilor și Medicilor din Germania, desfășurată la Leipzig, unde Einstein avea să țină una din prelegerile principale despre teoria relativității generale. Tatăl meu îmi făcuse cadou un bilet dus-întors de la München la Leipzig, și mă bucuram că-l voi auzi pe descoperitorul teoriei relativității în persoană. După ce am ajuns la Leipzig, am tras la una din pensiunile cele mai ieftine, în cel mai sărac cartier al orașului, fiindcă nu-mi puteam permite ceva mai bun. În clădirea unde avea loc conferința m-am întâlnit cu câțiva dintre tinerii fizicieni pe care îi cunoscusem la Göttingen, la „Festivalul Bohr", și m-am interesat de prelegerea lui Einstein, care trebuia să aibă loc peste câteva ore, chiar în seara aceleiași zile. M-a frapat o anume tensiune a atmosferei generale, pe care la început nu mi-o puteam explica; dar simțeam că aici totul era altfel decât fusese la Göttingen. În timpul rămas până la conferință m-am dus să vizitez monumentul Bătăliei Națiunilor, la adăpostul căruia, înfometat și obosit după lunga călătorie cu trenul, m-am întins în iarbă și am adormit. Am fost trezit brusc de o tânără fată care mă bombarda cu prune. S-a așezat apoi lângă mine și — ca să-mi potolească furia, dar și foamea care mă copleșea — mi-a oferit fructe la discreție din coșul ei.

Prelegerea lui Einstein avea loc într-o sală mare unde se putea intra, ca într-o sală de teatru, prin multe uși

laterale. Când am vrut să intru printr-o asemenea ușă laterală, un tânăr, despre care am aflat mai târziu că era asistentul sau studentul unui cunoscut profesor de fizică de la o universitate din sudul Germaniei, mi-a pus în mână un bilețel roșu, tipărit, care conținea un avertisment împotriva lui Einstein și a teoriei relativității. Pe bilet scria că această teorie conține speculații complet neconfirmate care, prin reclama ziarelor evreiești, complet străină spiritului german, fusese supraestimată fără acoperire. În primul moment am crezut că biletul este opera vreunui nebun, așa cum apar din când în când la astfel de conferințe. Când însă am aflat că profesorul de fizică onorat și cunoscut prin importantele sale lucrări de fizică experimentală, de care pomenise deseori și Sommerfeld la seminarul său, era într-adevăr autorul textului de pe acel bilet, una dintre speranțele mele cele mai importante s-a spulberat. Fusesem convins că măcar știința putea fi ținută departe de certurile politice, pe care le cunoscusem atât de bine în timpul războiului civil la München. Acum însă vedeam că însăși viața științifică putea fi infectată și denaturată de patimi politice maligne, pe drumul ocolit al acțiunilor unor oameni bolnavi sau cu caractere slabe. În ce privește conținutul biletului, efectul lui a fost că am renunțat la toate reținerile privind teoria relativității generale, pe care Wolfgang mi le explicase cu diferite ocazii, și că din acel moment am fost ferm convins de adevărul acestei teorii. Pentru că învățasem demult, din experiența mea în timpul războiului civil din München, că nu ai voie să judeci niciodată o mișcare politică după scopurile ei, pe care le declară sus și tare și poate chiar dorește să le atingă, ci numai după mijloacele pe care le folosește pentru a atinge aceste scopuri. Mijloace de proastă calitate nu dovedesc decât că înșiși inițiatorii nu mai cred în puterea de convingere a tezei lor. Mijloacele folosite în cazul de față împotriva teoriei relativității de către un fizician erau și de proastă calitate și lipsite de substanță, încât era evident că acest adversar nu se mai putea baza

pe contrazicerea teoriei relativității cu argumente științifice. După această dezamăgire, nu am mai fost în stare să urmăresc cu atenție prelegerea lui Einstein și nici nu am mai ținut să fac cunoștință cu Einstein prin intermediul profesorului Sommerfeld. M-am întors la pensiunea mea cu un sentiment apăsător; acolo am constatat că între timp tot ce aveam cu mine, rucsacul, lenjeria și un al doilea costum, totul fusese furat. Noroc că mai aveam biletul de tren în buzunar. M-am dus la gară și m-am urcat în primul tren spre München. Pe drum am fost cuprins de disperare. Știam că nu-l pot împovăra pe tatăl meu cu marea pierdere financiară. Când, ajuns la München, nu i-am găsit nici pe părinți acasă, m-am dus să-mi caut de lucru ca tăietor de lemne în parcul Forstenried, o zonă împădurită din sudul orașului. Acolo, în pădurea de molid, o mulțime de copaci fuseseră distruși de gândacii care atacă scoarța, așa că trebuiau tăiați, iar scoarța trebuia arsă. Abia când am câștigat destui bani ca să pot înlocui pierderea financiară suferită m-am întors la fizică.

Am povestit aici întregul episod nu pentru a aduce din nou la lumină întâmplări neplăcute, pe care ar fi mai bine să le lăsăm în uitare, ci pentru că a jucat un anume rol mai târziu, în discuțiile mele cu Niels Bohr, precum și în felul în care aveam să privesc spațiul periculos dintre știință și politică. La început, cele petrecute la Leipzig mi-au lăsat un gust amar de profundă dezamăgire și îndoieli cu privire la sensul științei în general. Dacă nici aici, în știință, nu era vorba de adevăr, ci de o luptă de interese, mai merita să te ocupi cu ea? Amintirea plimbării prin Hainberg a fost însă mai puternică decât aceste stări pesimiste, și mi-am păstrat speranța că invitația atât de spontan făcută de Bohr se va împlini cu adevărat și că va duce la o lungă ședere la Copenhaga, cu multe discuții interesante.

Până să-l vizitez Bohr a mai trecut însă un an și jumătate, timp în care am studiat un semestru la Göttingen,

mi-am scris lucrarea de doctorat despre stabilitatea curenților în fluide, mi-am dat examenul de absolvire la München și am lucrat un semestru ca asistent al lui Born la Göttingen. În vacanța de Paște a anului 1924 m-am îmbarcat în sfârșit pe bacul de la Warnemünde care trebuia să mă ducă în Danemarca și m-am bucurat pe drum de spectacolul bărcilor cu pânze și velierelor, între care bătrânii veterani cu patru catarge și plini de parâme, care împânzeau pe atunci Marea Baltică. Primul Război Mondial aruncase pe fundul mării multe vapoare cu aburi; vechile veliere au fost din nou puse pe apă, iar călătorului pe mare i se oferea un spectacol pitoresc, ca acum o sută de ani. La sosire am avut mici dificultăți cu bagajul, dificultăți pe care, nevorbind daneza, le-am depășit cu greu. Dar când am spus că mă duc să lucrez la institutul profesorului Niels Bohr, acest nume mi-a deschis toate ușile și în cel mai scurt timp au fost înlăturate toate obstacolele. Astfel m-am simțit din primul moment ocrotit de una dintre cele mai puternice personalități ale acestei țări mici și prietenoase.

Cu toate acestea, nu mi-a fost ușor în primele zile la institutul lui Bohr. Mă vedeam confruntat cu un mare număr de tineri strălucit înzestrați din toate țările lumii, care îmi erau cu mult superiori în privința cunoașterii limbilor străine și a manierelor elegante, și care erau mult mai temeinic instruiți în știința noastră decât eram eu. Chiar și Niels Bohr venea rareori la mine; avea mult de lucru cu administrația institutului și mi-era clar că nu pot avea mai multe drepturi asupra timpului său decât oricare alt membru al institutului. După câteva zile însă, veni la mine și mă întrebă dacă sunt dispus să-l însoțesc într-o plimbare de cinci zile pe insula Själland. La institut nu prea aveam prilejul pentru discuții generale, iar el și-ar dori să mă cunoască cu adevărat. Așa că am pornit în doi, cu rucsacurile în spinare. Mai întâi cu tramvaiul până la marginea de nord a orașului, apoi pe jos, prin așa-numita grădină zoologică, un fost domeniu de

vânătoare cu un mic castel la mijloc, Eremitage, și cu mari turme de căprioare și cerbi în luminișuri; apoi plimbarea continuă mai departe, spre nord. Drumul ne conduse uneori de-a lungul coastei, alteori mai în interiorul ținutului, prin păduri și pe lângă lacuri, care în acea primăvară timpurie se zăreau printre tufișurile abia înverzite și pe malurile cărora casele de vară dormeau cu storurile trase. Discuția noastră se îndreptă curând spre situația din Germania, iar Bohr dorea să afle despre întâmplările la care luasem parte la începutul Primului Război Mondial, cu zece ani în urmă.

„Mi s-a povestit deseori despre acele zile de la începutul războiului", spuse Bohr. „Prieteni de-ai noștri au fost nevoiți să călătorească prin Germania în primele zile ale lui august 1914 și ne-au vorbit, cu surprindere și spaimă, despre uriașul val de entuziasm care a cuprins întregul popor german. Nu e ciudat ca un popor să plece la război într-o stare de entuziasm, când ar trebui să știe toată lumea câte sacrificii cumplite va cere războiul, și de la aliați și de la dușmani, câte nedreptăți vor lovi ambele tabere? Puteți să-mi explicați acest fenomen?"

„În vremea aceea eram un elev de 12 ani", am răspuns eu probabil, „și îmi formam părerea ascultând ce vorbeau părinții și bunicii. Nu cred că termenul «entuziasm» descrie corect starea de care eram cuprinși cu toții pe atunci. Nimeni dintre cunoscuți nu se bucura la gândul că va fi război. Dacă trebuie să descriu ce se întâmpla, atunci aș spune: simțeam cu toții că situația devenea deodată gravă. Simțeam că până atunci fuseserăm înconjurați de o aparență frumoasă care dispăruse brusc prin asasinarea prințului moștenitor al Austriei, iar dincolo de acea aparență ieșea acum la iveală un nucleu dur al realității, o cerință căreia nici țara noastră, nici vreunul dintre noi nu i se putea sustrage și căreia trebuia așadar să-i facem față. Ca urmare, această decizie a fost luată cu adâncă îngrijorare, dar din toată inima. Desigur, eram convinși de dreptatea cauzei germane; fiindcă pentru noi Germania

și Austria formau dintotdeauna o unitate, iar asasinarea prințului Franz Ferdinand și a soției sale de către membrii unei conspirații sârbe era pentru noi în mod evident o nedreptate. Așa încât trebuia să ne apărăm, iar această decizie a fost luată, după cum am spus, de cei mai mulți oameni din țara noastră, cu toată inima.

Că o asemenea pornire comună are ceva amețitor, ceva misterios și irațional, este probabil adevărat. Acest lucru l-am trăit și eu cu ocazia acelui 1 august 1914. Călătoream în acea zi cu părinții de la München la Osnabrück, unde tatăl meu trebuia să se înroleze în calitate de căpitan în rezervă. Pretutindeni gările erau pline până la refuz de oameni care strigau, alergau care încotro, vorbeau agitați; trenurile de marfă uriașe erau împodobite cu ghirlande și crengi, și se umpleau de soldați și arme. Femei tinere și copii stăteau până în ultimul moment lângă vagoane; se cânta și se plângea până când trenurile părăseau gara. Se putea vorbi cu oameni necunoscuți, ca și cum i-ai fi știut de ani de zile; fiecare ajuta pe fiecare, atât cât putea, iar toate gândurile se îndreptau spre destinul comun, care era acum al nostru, al tuturor. Bineînțeles că nu vreau să șterg această zi din viața mea. Dar — mă întreb — avea această zi de necrezut, de neînchipuit, pe care n-o poți uita niciodată, ceva comun cu ceea ce se numește simplist entuziasm de război sau chiar bucuria războiului? Nu știu și cred că toate acestea au fost interpretate greșit după sfârșitul războiului."

„Trebuie să înțelegeți", spuse Bohr, „că noi, în mica noastră țară, privim cu totul altfel aceste probleme foarte delicate. Îmi permiteți să încep cu o observație istorică? Poate că sporirea puterii la care Germania a ajuns în secolul trecut a avut loc, într-un anume fel, prea ușor. A fost întâi războiul împotriva țării noastre din 1864, care a lăsat la noi multă amărăciune, apoi victoria asupra Austriei în 1866 și asupra Franței în 1870. Pentru germani, toate acestea trebuie să fi arătat că poți făuri cât ai clipi din ochi, ca să spun așa, un mare imperiu central-european. Dar

acest lucru nu poate fi atât de simplu. Chiar dacă violența pare inevitabilă pentru a întemeia imperii, trebuie în primul rând să câștigi inimile multor oameni pentru noua formă de comunitate. Acest lucru nu le-a reușit, în mod evident, prusacilor, în ciuda destoiniciei lor; poate fiindcă modul lor de viață era prea dur, iar concepția lor despre disciplină n-a fost înțeleasă de oamenii din alte țări. Germanii au observat probabil prea târziu că nu-i mai puteau convinge pe alții. Așa încât cotropirea Belgiei, o țară mică, trebuia să apară ca un act de agresiune ce nu putea fi îndreptățit în nici un fel de asasinarea prințului moștenitor austriac. Belgienii nu aveau nimic în comun cu acest atentat, și nici nu erau parte a vreunei alianțe împotriva Germaniei."

„Desigur că noi, germanii, am comis foarte multe nedreptăți în acest război", a trebuit să recunosc, „așa cum au făcut și dușmanii noștri. Așa cum în orice război se comit foarte multe nedreptăți. Trebuie să recunosc și că singura instanță competentă în acest caz, adică istoria lumii, a decis împotriva noastră. În rest, sunt prea tânăr pentru a aprecia care politicieni și în ce moment au luat decizii îndreptățite sau greșite. Dar sunt aici două întrebări care se referă mai degrabă la aspectul omenesc al acestei politici și care m-au neliniștit mereu. Mi-aș dori mult să știu ce credeți despre ele. Am vorbit despre izbucnirea războiului și despre faptul că în primele ore și zile ale războiului lumea era metamorfozată. Micile griji cotidiene, care până atunci ne apăsaseră, au dispărut. Relațiile personale care fuseseră în centrul vieții până atunci, cum ar fi cele cu părinții și prietenii, deveneau neimportante în comparație cu relația generală, devenită foarte directă, cu toți oamenii care îndurau același destin. Casele, străzile, pădurile, totul arăta altfel decât înainte și, ca să-l citez pe Jacob Burckhardt, «chiar cerul avea altă nuanță». Prietenul meu cel mai apropiat, un văr din Osnabrück care era cu câțiva ani mai mare decât mine, a devenit și el soldat. Nu mai știu dacă a fost mobilizat

sau s-a înrolat voluntar. Această întrebare nici nu se punea. Marea decizie fusese luată, orice bărbat apt fizic devenea soldat. Prietenul meu nici nu s-ar fi gândit să-și dorească războiul sau să participe la vreo cucerire pentru Germania. Știu acest lucru din ultimele noastre discuții dinaintea mobilizării lui. La asemenea lucruri nu se gândise nicicum, chiar dacă era convins de victorie. Dar știa că acum se cerea sacrificiul vieții; acest fapt era valabil pentru el și pentru toți ceilalți. Poate că preț de-o clipă, în adâncul inimii lui, a fost profund înspăimântat, dar apoi a spus «da», ca toți ceilalți. Dacă aș fi fost mai mare cu câțiva ani, probabil că m-aș fi aflat și eu în aceeași situație. Prietenul meu a căzut apoi pe front, în Franța. Ar fi trebuit oare să creadă că toate acestea n-aveau sens, că erau o iluzie, un entuziasm fără rost, că această cerință de a-ți da viața nu trebuia luată în serios? Ce instanță avea dreptul să spună așa ceva? Rațiunea oamenilor tineri, care nu poate pătrunde toate dedesubturile politicii și aude numai despre fapte disparate, greu de înțeles, ca «asasinat la Sarajevo» sau «invazie în Belgia»?"

„Mă întristează mult ce-mi spuneți", răspunse Bohr, „și cred că înțeleg foarte bine. Poate că acești tineri plecați la război, convinși de dreptatea cauzei lor, au simțit una dintre cele mai mari fericiri pe care le poate trăi un om. Și nu există nici o instanță care ar mai putea spune «nu» în momentul despre care ați vorbit. Dar nu e oare acesta un adevăr cutremurător? Acea pornire pe care ați trăit-o nu seamănă izbitor cu ce se întâmplă toamna, când păsările călătoare se adună și pornesc spre sud? Nici una dintre acele păsări nu știe cine hotărăște călătoria spre sud sau de ce are loc călătoria. Dar fiecare în parte e cuprinsă de agitația generală, de dorința de a participa, de a putea zbura împreună, chiar dacă pe unele zborul le duce la catastrofă. Pentru oameni, miracolul acestui fenomen este că, pe de-o parte, e evident neliber, ca un incendiu în pădure sau ca orice fenomen legic din natură, iar, pe de altă parte, generează în fiecare individ pe care

îl cuprinde sentimentul extremei libertăți. Tânărul care participă la acea pornire generală a scuturat de pe umerii săi toată apăsarea grijilor și necazurilor cotidiene. Când se pune problema vieții și a morții nu mai contează micile îndoieli care îți limitaseră viața și nu mai trebuie să ții seama de interese secundare. Când e urmărit numai un singur țel, victoria, cu toată dăruirea, viața apare mai simplă și mai transparentă ca niciodată. Cred că nu există o descriere mai frumoasă a acestei situații unice din viața unui tânăr decât cântul călăreților din *Wallenstein* al lui Schiller. Cunoașteți desigur versurile finale: «Și dacă viața-n joc n-o dai, nicicând viața n-ai s-o ai». Acesta e purul adevăr. Dar tocmai de aceea trebuie să ne străduim, pe cât putem, să evităm războaiele; și de aceea trebuie să încercăm să împiedicăm apariția situațiilor tensionate care generează războaiele. În sensul acesta, poate fi de pildă un lucru bun că noi ne plimbăm acum împreună aici, în Danemarca."

„Aș dori să vă mai pun și a doua întrebare", am continuat eu discuția. „Vorbeați despre disciplina prusacă, pe care oamenii din alte țări n-au apreciat-o. Eu însumi am crescut în Germania de sud și de aceea, ca tradiție și obiceiuri, gândesc altfel decât oamenii care locuiesc, să spunem, între Magdeburg și Königsberg. Dar aceste linii de conduită ale vieții prusace, supunerea individului față de interesele comune, modestie în viața privată, cinste și incoruptibilitate, cavalerism, îndeplinirea cu punctualitate a datoriei, toate acestea m-au impresionat profund. Chiar dacă unele forțe politice au folosit abuziv aceste principii, totuși nu le pot subaprecia. De ce, de pildă, compatrioții dumneavoastră din Danemarca simt altfel?"

„Eu cred", spuse Bohr, „că putem recunoaște fără îndoială valorile acestui mod de-a fi prusac. Dar noi vrem să lăsăm individului, planurilor și intențiilor lui, mai mult spațiu de mișcare decât permite modul de-a fi prusac. Ne putem alătura unei comunități numai atunci când e o comunitate de oameni foarte liberi, fiecare recunoscând

deplin drepturile celuilalt. Libertatea și independența fiecăruia ne sunt mai de preț decât puterea care se obține prin disciplina unei comunități. Este atât de ciudat că asemenea forme de viață sunt adesea determinate de figuri istorice exemplare, care de fapt nu mai supraviețuiesc decât ca mit sau legendă, dar reprezintă încă o mare forță. Modul de-a fi prusac s-a format, cred eu, după imaginea ordinului cavalerilor care au depus jurămintele monahale de sărăcie, castitate și ascultare; care propagă învățămintele creștine în lupta împotriva necredinței și de aceea se află sub ocrotirea lui Dumnezeu. Noi, în Danemarca, ne gândim în schimb la eroii legendei din Islanda, la poetul și luptătorul Egil, fiul lui Skallagrim, care deja la vârsta de trei ani, împotriva dorinței tatălui, a luat calul din grajd și a călărit pe urmele lui multe mile. Sau la înțeleptul Njal, care era mai drept decât toți ceilalți bărbați din Islanda și căruia i se cerea sfatul în toate pricinile. Acești bărbați sau înaintașii lor plecaseră în Islanda pentru că nu voiau să fie sub jugul regilor norvegieni, deveniți din ce în ce mai puternici. Nu puteau suporta ca un rege să le ceară să participe la un război pe care îl hotărâse acel rege, și nu ei înșiși. Erau oameni curajoși și războinici, și mă tem că trăiau din piraterie. Dacă citiți legendele, veți fi poate șocat să vedeți câte lupte apar, câți oameni sunt uciși. Dar acești bărbați voiau mai ales să fie liberi, și tocmai de aceea respectau și dreptul celorlalți de-a fi la fel de liberi. De luptat se luptau pentru proprietate sau pentru onoare, nu pentru puterea asupra altora. Desigur, nu se mai știe prea bine în ce măsură aceste legende se bazează pe fapte istorice. Dar în aceste descrieri sumare, cronicărești, ale celor petrecute în Islanda stă o mare forță poetică și de aceea nu e de mirare că aceste imagini mai determină și în ziua de azi idealurile noastre de libertate. De altfel și viața din Anglia, unde normanzii au jucat de timpuriu un rol important, a fost marcată de acest spirit de independență. Forma engleză de democrație, spiritul de fairplay, ca și respectul față de idealurile și interesele

celuilalt, înalta valoare care se acordă dreptului, toate provin probabil din această sursă. Dacă englezii au putut făuri un mare imperiu mondial, aceste trăsături au jucat desigur și ele un rol important. Bineînțeles, în unele cazuri au folosit violența, ca vechii vikingi."

Între timp se făcuse după-masă. Drumul nostru ne conducea foarte aproape de coastă, prin mici sate de pescari, și puteam zări dincolo de Öresund, în lumina amurgului, coasta suedeză, care se apropie aici de cea daneză la câțiva kilometri. Când am ajuns la Helsingör, începuse să se întunece. Am mai vizitat totuși parcul castelului Kronborg, care domină Öresund în partea sa cea mai îngustă, și unde se înalță încă vechile ziduri, mărturie a unei puteri de mult apuse. Bohr începu să-mi povestească istoria castelului. Fusese construit de Frederik al II-lea al Danemarcei spre sfârșitul secolului al XVI-lea, în stilul Renașterii olandeze. Zidurile înalte și bastionul foarte înaintat spre Öresund aminteau de faptul că aici se mai exercitase forța militară. Cazematele au mai fost folosite în secolul al XVII-lea drept închisoare pentru prizonieri în timpul războiului cu Suedia. Dar când, în lumina apusului, stăteam lângă vechile tunuri și priveam ba spre velierele de pe Öresund, ba spre înalta clădire renascentistă, am simțit clar armonia ce poate izvorî dintr-un loc unde bătălia fusese dusă până la capăt. Se simt încă forțele care odinioară i-au împins pe oameni unii împotriva altora, au distrus corăbii, au făcut să răsune strigăte de victorie sau urlete de disperare, dar în același timp se simte că ele nu mai sunt periculoase, nu mai determină sau distrug cursul vieții. Se simte nemijlocit, aproape fizic, liniștea care s-a pogorât asupra tuturor acestora.

De castelul Kronborg, sau mai exact de locul unde se înalță, este legată și legenda lui Hamlet, prințul danez care a înnebunit, sau doar s-a prefăcut, pentru a scăpa de amenințarea unchiului său ucigaș. Bohr vorbi despre el, apoi spuse: „Nu e ciudat că acest castel parcă devine altfel

când ne gândim că Hamlet a trăit aici? Din perspectiva științei noastre, am crede că acest castel constă din pietre; formele în care arhitectul le-a așezat ne bucură. Pietrele, acoperișul înverzit de patina vremii, sculpturile de lemn din biserică, toate acestea reprezintă într-adevăr castelul. Nimic din ele nu se schimbă când aflăm că Hamlet a trăit aici, și totuși devine un alt castel. Deodată, zidurile și forturile vorbesc altă limbă. Curtea castelului devine lumea întreagă, un ungher întunecat amintește de întunecimea din sufletul omului, parcă auzim întrebarea «a fi sau a nu fi». În realitate, nu știm aproape nimic despre Hamlet. Se pare că numai o scurtă notă dintr-o cronică din secolul al XIII-lea pomenește numele lui «Hamlet». Nimeni nu poate dovedi că a trăit cu adevărat, cu atât mai puțin că a trăit aici. Dar fiecare dintre noi știe ce întrebări a legat Shakespeare de acest personaj, în ce abisuri a privit, și astfel personajul a trebuit să-și găsească un loc pe pământ, și l-a găsit aici, la Kronborg. Iar când știm toate astea, Kronborg devine alt castel."

Se întunecase aproape complet în timp ce vorbeam și un vânt rece sufla peste Öresund, silindu-ne să pornim mai departe.

Vântul se înteți a doua zi de dimineață. Cerul se limpezise, iar dincolo de luciul albastru al Mării de Est, spre nord, se puteau recunoaște destul de bine coasta Suediei și ținutul Kullen. Drumul nostru mergea spre vest de-a lungul coastei de nord a insulei. Malul se înalță la 20 până la 30 m deasupra nivelului mării și formează pe alocuri faleze foarte abrupte. Priveliștea spre ținutul deluros Kullen îl făcu pe Bohr să spună: „Ați crescut la München, în imediata vecinătate a munților. Mi-ați vorbit despre nenumăratele dumneavoastră drumeții pe munte. Știu că pentru oamenii de la munte țara noastră e prea plată. Poate că de aceea nu vă veți împrieteni cu țara mea. Însă pentru noi importantă e marea. Când privim spre mare în depărtări, simțim că astfel cuprindem o parte a nesfârșitului."

„Pot simți și eu asta", am răspuns, „văzând, de pildă, expresia pescarului pe care l-am întâlnit azi-dimineață. Am observat că privirea oamenilor este îndreptată spre larg și e foarte liniștită. La noi, în munți, lucrurile stau altfel. Acolo privirea se înalță peste detaliile întâmplătoare din imediata apropiere, peste diferite formațiuni de stânci sau vârfuri înzăpezite, direct spre cer. Poate de aceea oamenii sunt la noi atât de veseli."

„La noi, în Danemarca, există un singur munte", continuă Niels Bohr, „și acela are 160 de metri înălțime. Și pentru că e atât de înalt îl numim «Muntele din Cer». Circulă o poveste despre un danez care voia să-i arate unui prieten norvegian acest munte, ca să-l impresioneze cu peisajul nostru. Se spune că oaspetele s-a întors însă disprețuitor și a zis: «Așa ceva noi numim în Norvegia o gaură.» Sper că nu sunteți la fel de sever cu peisajele noastre. Dar mai povestiți-mi despre excursiile pe care le faceți împreună cu prietenii dumneavoastră. M-aș bucura să aflu cum se desfășoară aceste drumeții."

„Suntem deseori mai multe săptămâni pe drum, pe jos. De pildă, vara trecută am parcurs — pe jos — drumul de la Würzburg, prin Rhön, până la marginea sudică a Munților Harz și de acolo prin Jena și Weimar înapoi, străbătând pădurea Turingiei până la Bamberg. Când vremea e destul de caldă, dormim pur și simplu în pădure sub cerul liber, dar mai adesea în cort, iar când vremea devine din cale-afară de rea, și în fân, la țărani. Uneori, ca să avem parte de găzduire, îi ajutăm pe țărani la cules, iar dacă munca noastră se dovedește rodnică, putem primi drept recompensă multă mâncare. Altminteri, ne pregătim de-ale gurii singuri, de cele mai multe ori în pădure, la focul de tabără, iar seara citim cu glas tare povești la lumina focului sau cântăm din voce, ori la instrumente muzicale. Multe cântece populare vechi au fost adunate de cei din mișcarea de tineret, cântece care mai târziu au fost rescrise ca piese corale pe mai multe voci, cu acompaniament de vioară și flaut. Ne place să cântăm muzica

asta, iar uneori sună foarte frumos, chiar dacă interpretarea muzicală lasă de dorit. Poate că ne visăm în rolul cavalerului rătăcitor din Evul Mediu târziu și comparăm catastrofa ultimului război și luptele interne care i-au urmat cu haosul fără speranță al Războiului de Treizeci de Ani, în a cărui epocă de mizerie se pare că s-au născut unele dintre aceste minunate cântece populare. Sentimentul de înrudire cu acele vremuri pare să fi cuprins tineretul din multe părți ale Germaniei în mod cu totul spontan. O dată m-a oprit pe stradă un tânăr necunoscut și mi-a spus să vin în Altmühltal, unde se adună tinerii într-un vechi castel medieval. Și într-adevăr, oameni tineri din toate zările s-au îndreptat în mare număr către acest castel Prunn, care se află într-un loc foarte pitoresc în Jura franconă, dominând din vârful unei stânci aproape verticale valea Altmühl. Cu acea ocazie am simțit că m-au cuprins din nou forțele care pot izvorî dintr-o comunitate formată spontan, așa cum v-am spus ieri că s-a întâmplat pe 1 august 1914. Altminteri, această mișcare de tineret are foarte puțin în comun cu problemele politice."

„Viața pe care o descrieți pare foarte romantică și chiar ar putea naște dorința de a participa nemijlocit. Pe alocuri, mi se pare că imaginea dominantă a cavalerului, despre care vorbeam ieri, apare din nou. Dar la dumneavoastră se cere să depui un jurământ dacă vrei să te alături grupului, așa cum se întâmplă la francmasoni?"

„Nu, nu există reguli scrise sau cutume pe care să fii silit să le respecți. Mulți dintre noi ar fi foarte sceptici în legătură cu asemenea forme. Poate că ar trebui adăugat că, de fapt, există reguli care sunt respectate cu adevărat, deși nu sunt cerute de nimeni. Astfel, de pildă, nu se fumează și se bea doar rareori alcool, îmbrăcămintea este, după gustul părinților, prea simplă și neîngrijită, și nici nu-mi pot închipui ca vreunul dintre noi să fie atras de viața de noapte sau baruri, dar nu există nici un fel de principii."

„Ce se întâmplă dacă cineva încalcă totuși aceste reguli nescrise?"

„Nu știu, poate că doar s-ar râde de el. Dar nu se întâmplă."

„Nu e înspăimântător, și în același timp măreț, că vechile imagini au o asemenea forță încât reușesc să modeleze după secole viața tinerilor, fără nici o regulă scrisă și fără obligații din exterior? Primele două reguli ale jurământului monahal, despre care am vorbit ieri, pot fi acceptate. În fond ele se referă, în vremea noastră, la modestie și la disponibilitatea de a duce o viață ceva mai aspră și cu mai multe privațiuni. Dar sper ca regula a treia, obediența, să nu joace prea curând un rol important; pentru că altfel ar putea apărea mari pericole politice. Să știți că îi prețuiesc mai mult pe islandezii Egil și Njal decât pe cavalerii prusaci.

Dar mi-ați povestit că ați trăit în mijlocul războiului civil de la München. Atunci desigur că v-ați gândit la problemele generale ale statului. Cum se leagă poziția dumneavoastră față de problemele politice din acea vreme de viața din mișcarea de tineret?"

„În timpul războiului civil eram de partea trupelor guvernamentale", am răspuns eu, „pentru că luptele mi se păreau lipsite de sens și astfel speram să înceteze mai repede. Dar aveam conștiința foarte încărcată în legătură cu adversarii noștri de atunci. Oamenii simpli, mai ales cei din rândul muncitorimii, luptaseră în război cu aceeași dăruire deplină pentru victorie ca și toți ceilalți și făcuseră aceleași sacrificii; critica lor la adresa păturii conducătoare de atunci era perfect justificată, pentru că acea conducere pusese poporului german o problemă fără soluție. De aceea, mi se părea important ca după terminarea războiului civil să fie stabilit cât de repede un contact apropiat cu muncitorimea și cu oamenii simpli. Acest gând a fost preluat în cercuri largi ale mișcării de tineret. De exemplu, acum patru ani, la München, am contribuit la organizarea unor cursuri la universitatea populară și am fost atât de încrezut încât să țin cursuri de astronomie sub cerul liber, în timpul cărora le-am vorbit câtorva sute de

muncitori și nevestelor lor despre constelații, mișcarea planetelor și distanța până la ele, și am încercat să le trezesc interesul pentru structura Căii Lactee. Ba chiar am ținut o dată, într-un cerc asemănător, împreună cu o tânără doamnă, un curs despre opera germană. Ea a cântat arii, eu am acompaniat-o la pian, apoi a povestit câte ceva despre libretul și construcția internă a operei. Desigur, totul era de un diletantism frapant; dar cred că muncitorii au remarcat buna noastră intenție și s-au bucurat de prelegerile noastre la fel de mult ca noi. În vremea aceea, mulți tineri din mișcarea de tineret s-au hotărât să devină învățători, și cred că astăzi școlile elementare au deseori profesori mai buni decât așa-numitele școli superioare.

În general, pot înțelege că în străinătate mișcarea germană de tineret este considerată prea romantică și prea idealistă, și că unii se îngrijorează că o activitate atât de vastă ar putea fi dirijată în direcții politice greșite. Dar eu nu îmi fac griji pe termen lung în privința asta. De la această mișcare au pornit doar impulsuri bune. Mă gândesc, de pildă, la interesul nou trezit pentru muzica veche, pentru Bach și muzica religioasă sau populară dinaintea lui, la eforturile făcute pentru manufacturarea unor obiecte artistice simple, ale cărei câștiguri să nu ajungă doar la cei bogați, și la încercările întreprinse de grupurile de actori și muzicieni amatori de a trezi în rândurile poporului bucuria pentru arta adevărată."

„Este bine că sunteți atât de optimist", spuse Bohr. „În presă se poate citi din când în când și despre sumbre mișcări antisemite în Germania, pe care demagogii evident le amplifică. Ați observat ceva din toate astea?"

„Da, la München asemenea grupări joacă un anumit rol. S-au unit cu vechi ofițeri care nu au putut accepta înfrângerea din ultimul război. Dar de fapt noi nu prea luăm în serios aceste grupări. Nu se poate face o politică rațională doar din pur resentiment. Lucrul cel mai rău este că există și oameni de știință valoroși care repetă asemenea inepții."

Am povestit apoi întâmplarea trăită de mine la Leipzig cu ocazia conferinței oamenilor de știință, unde bătălia împotriva teoriei relativității s-a purtat cu mijloace politice. Nici unul din noi doi nu-și închipuia pe atunci ce consecințe cumplite vor apărea mai târziu din rătăcirile acestea politice aparent neînsemnate. Dar nu e încă momentul să vorbesc despre asta. Răspunsul lui Bohr se referi deopotrivă la vechii ofițeri și la fizicianul care nu se putea împăca cu teoria relativității. „Vedeți, în acest punct simt din nou clar că poziția engleză este superioară celei prusace sub anumite aspecte. În Anglia, una dintre cele mai înalte virtuți este să știi să pierzi elegant. La prusaci este o rușine să pierzi; pe de altă parte, la dumneavoastră învingătorul este onorat dacă se arată generos cu cel înfrânt; acest lucru este desigur lăudabil. Dar în Anglia, cel înfrânt este onorat dacă se arată generos față de învingător, în sensul că el, cel înfrânt, acceptă înfrângerea și o poartă fără nici un fel de amărăciune. Acest lucru este probabil mai dificil decât generozitatea învingătorului. Dar înfrântul care se poate ridica la o asemenea atitudine ajunge astfel aproape la rangul unui învingător. El rămâne liber alături de alți oameni liberi. Înțelegeți că vorbesc din nou despre vechii vikingi. Poate că și dumneavoastră găsiți că e prea romantic, dar pentru mine este mai serios decât vă închipuiți."

„Ba da, am înțeles că e un lucru serios", am aprobat eu.

În timp ce discutam astfel, am ajuns în dreptul stațiunii de vacanță Gilleleje, care se află la capătul nordic al insulei Själland, și ne-am plimbat prin nisipul de pe malul mării, care în timpul verii se umple de turiști voioși. Dar în acea zi rece eram singurii vizitatori. Și pentru că pe malul mării se găseau pietre plate, am aruncat cu ele făcându-le să ricoșeze pe apă și am luat la țintă coșuri de răchită sau bușteni care pluteau la oarecare distanță. Bohr mi-a mai povestit că după război a fost o dată aici cu Kramers. Atunci au văzut aproape de mal, dar sub apă, o mină germană care fusese adusă de apă și al cărei detonator se vedea clar deasupra apei. Au încercat să nimerească

detonatorul, iar după ce au izbutit să nimerească mina de câteva ori au înțeles că nu ar fi aflat niciodată dacă reușesc sau nu, căci explozia le-ar fi curmat viața. Au ales apoi alte ținte. Încercările de a nimeri cu piatra ținte îndepărtate au mai continuat din când în când în drumeția noastră, iar aceasta ne-a oferit un nou prilej să vorbim despre forța imaginilor. Odată am văzut în fața noastră pe stradă un stâlp de telegraf care era atât de departe, încât numai aruncând cu toată forța puteam spera să-l ating cu o piatră. În ciuda tuturor regulilor probabilităților, l-am nimerit din prima aruncare. Bohr deveni foarte gânditor, apoi spuse: „Dacă am încerca să țintim, să ne gândim cum trebuie aruncat, cum trebuie mișcat brațul, n-am avea nici cea mai mică șansă de a nimeri. Dar dacă, în ciuda oricărei rațiuni, ne închipuim pur și simplu că am putea nimeri, atunci lucrurile se petrec cu totul altfel și am putea chiar reuși." Am mai discutat apoi multă vreme despre importanța imaginilor și reprezentărilor în fizica atomică, dar această parte a discuției nu va fi redată aici.

Am petrecut noaptea într-un han singuratic la o margine de pădure, în partea de nord-vest a insulei, iar Bohr mi-a arătat a doua zi de dimineață casa lui de vacanță de la Tisvilde, unde mai târziu s-au purtat atâtea discuții despre fizica atomică. Dar în acea perioadă a anului nu era încă aranjată pentru a fi locuită. La întoarcerea spre Copenhaga ne-am mai oprit la Hilleröd pentru a arunca o privire asupra celebrului castel Frederiksborg, o construcție maiestuoasă în stil Renaissance olandez înconjurată de un lac și un parc, destinată să slujească drept domeniu de vânătoare pentru curtea regală. Se putea vedea limpede că interesul lui Bohr pentru Kronborg, vechiul castel al lui Hamlet, era mai mare decât pentru acest castel ușor frivol, dintr-o epocă dominată de viața de la curte. Iar curând discuția s-a îndreptat din nou spre fizica atomică, subiectul care avea să pună stăpânire pe toate gândurile noastre, ba chiar pe cea mai mare parte a vieților noastre.

5

MECANICA CUANTICĂ ȘI O DISCUȚIE CU EINSTEIN

(1925–1926)

În acei ani critici, dezvoltarea fizicii atomice a avut loc exact așa cum prevestise Niels Bohr în timpul drumeției prin Hainberg. Dificultățile și contradicțiile interne care stăteau în fața înțelegerii atomilor și a stabilității lor nu puteau fi atenuate sau eliminate. Dimpotrivă, ele apăreau cu acuitate din ce în ce mai mare. Fiecare încercare de a le rezolva cu mijloacele fizicii clasice părea de la bun început sortită eșecului.

Astfel, descoperirea americanului Compton arăta că lumina (mai exact radiația Röntgen) își modifica frecvența la împrăștierea pe electroni. Acest rezultat putea fi explicat dacă se presupunea, așa cum propusese Einstein[1], că lumina constă din mici corpusculi sau pachete de energie, care se mișcă prin spațiu cu mare viteză și care întâmplător, ca în cazul împrăștierii, se ciocnesc de câte un electron. Pe de altă parte, existau multe experimente care arătau că lumina nu se deosebește în mod esențial de undele radio, ci numai prin lungimea de undă mai mică, deci că lumina ar trebui să fie o undă și nu un curent de particule. Și rezultatele măsurătorilor făcute de olandezul Orstein erau foarte ciudate. Aici era vorba de determinarea raporturilor

[1] În 1905, anul în care a publicat articolul ce a stat la baza teoriei relativității restrânse, Einstein a publicat și o lucrare teoretică despre efectul fotoelectric, lucrare importantă pentru dezvoltarea ulterioară a mecanicii cuantice. Totuși, odată formulată teoria cuantică, Einstein avea s-o respingă din considerente de principiu. (*N. t.*)

de intensitate dintre liniile spectrale reunite într-un așa-numit multiplet. Aceste raporturi puteau fi estimate cu ajutorul teoriei lui Bohr. S-a văzut că formulele deduse din teoria lui Bohr sunt incorecte, dar că pot fi obținute noi formule doar printr-o mică schimbare a acestor relații, formule care aparent corespundeau exact măsurătorilor. În felul acesta învățam să ne adaptăm încetul cu încetul dificultăților. Trebuia să ne obișnuim cu ideea că, în domeniul atomic, noțiunile și imaginile preluate din fizica clasică sunt pe jumătate adevărate și pe jumătate false și că pentru folosirea lor nu puteau exista criterii prea severe. Pe de altă parte, prin utilizarea abilă a acestei libertăți, în cazuri particulare, se putea pur și simplu ghici formularea matematică corectă.

De aceea, încă din semestrul de vară al anului 1924, la seminariile care aveau loc sub conducerea lui Max Born[1] se vorbea deja despre o nouă mecanică cuantică, ce va înlocui mai târziu mecanica newtoniană și ale cărei contururi se puteau zări deocamdată numai în câteva locuri izolate. Și în semestrul de iarnă următor, în timpul căruia am lucrat temporar la Copenhaga și am făcut încercări de a lărgi teoria pe care Kramers o elaborase pornind de la așa-numitele fenomene de dispersie, toată strădania noastră s-a concentrat în direcția găsirii relațiilor matematice corecte, nu atât prin deducție, ci mai mult ghicind, prin asemănări cu formulele teoriei clasice.

Când mă gândesc la starea teoriei atomice din acele luni îmi amintesc și de o excursie făcută tot prin toamna anului 1924, împreună cu câțiva prieteni din mișcarea de tineret, în munții dintre Kreuth și Achsensee. Vremea era destul de întunecată în vale, iar munții erau acoperiți până la poale de nori. La urcuș, ceața se îndesi tot mai mult în jurul potecii noastre, iar după câtăva vreme intraserăm cu totul într-un amestec încurcat de stânci și pânze

[1] Max Born (1882–1970), fizician și matematician german. A jucat un rol însemnat în fundamentarea matematică a teoriei cuantice. Premiul Nobel pentru fizică (1954). (*N. t.*)

de nori, prin care, cu toate efoturile noastre, nu mai puteam recunoaște nici o potecă. Încercam totuși să urcăm în continuare, cuprinși de o oarecare teamă, mai ales la gândul că nu vom mai găsi drumul de întoarcere. Continuând urcușul se petrecu o schimbare ciudată. Ceața deveni pe alocuri atât de deasă, încât nu ne mai puteam vedea unii pe alții și nu mai comunicam decât strigându-ne. În același timp însă, deasupra noastră se lumina. Luminozitatea începu să devină schimbătoare. Nimeriserăm desigur între pâlcuri de nori mișcători și deodată puteam recunoaște, între doi nori, muchia luminată de soare a unui perete de stâncă, pe care, conform hărții, îl bănuiserăm că trebuia să fie acolo. Astfel de priviri fugare erau de ajuns pentru a ne forma o imagine clară a peisajului montan ce se afla probabil în fața și deasupra noastră; iar după încă zece minute de urcuș dificil ne aflam într-o șa în plin soare, deasupra mării de nori. În sud erau vârfurile Munților Sonnwend, în spatele lor se puteau vedea foarte deslușit piscurile înzăpezite ale Alpilor Centrali, iar în privința urcușului nostru nu mai aveam nici un fel de îndoieli.

În iarna 1924/1925 ajunseserăm în fizica atomică în acea zonă în care, deși ceața era deseori de nepătruns, începea totuși să se lumineze deasupra noastră. Diferențele de luminozitate anunțau posibilitatea unor priviri lămuritoare decisive.

Când în semestrul de vară al anului 1925 am început din nou să lucrez la Göttingen — unde devenisem asistent din iulie 1924 — mi-am început munca științifică cu încercarea de a găsi formulele corecte pentru intensitățile liniilor spectrale ale hidrogenului, și anume prin metode asemănătoare cu cele folosite de mine împreună cu Kramers la Copenhaga, și care se dovediseră fructuoase. Această încercare a eșuat. Ajunsesem într-un desiș impenetrabil de formule matematice complicate și nu găseam nici o ieșire. Cu ocazia acestor încercări am căpătat însă convingerea că întrebarea despre traiectoriile electronilor

în atomi nici nu are voie să fie pusă, iar totalitatea frecvențelor de oscilație și a mărimilor care determinau intensitatea liniilor spectrale (așa-numitele amplitudini) putea reprezenta un înlocuitor la fel de valabil pentru traiectorie. În orice caz, aceste mărimi puteau fi observate direct. Acest lucru era în perfectă concordanță cu spiritul filozofiei pe care prietenul nostru Otto ne-o prezentase în plimbarea cu bicicletele la Walchsee ca fiind punctul de vedere al lui Einstein, și anume de a considera numai asemenea mărimi ca determinări ale atomului. Încercarea mea de a înfăptui un astfel de proiect pentru atomul de hidrogen se împiedicase de gradul de complexitate a problemei. De aceea am căutat un sistem mecanic mai simplu de reprezentat matematic, la care să pot efectua eventual calculele mele până la capăt. Pendulul oscilant sau, mai general, așa-numitul oscilator anarmonic, care apar în fizica atomică drept model al oscilațiilor în molecule, se ofereau ca modelele cele mai la îndemână. Un obstacol exterior s-a dovedit a fi mai mult în favoarea decât în defavoarea planurilor mele.

La sfârșitul lunii mai a anului 1925 m-am îmbolnăvit atât de grav de alergie, încât a trebuit să-l rog pe Born să mă elibereze pentru 14 zile de obligațiile mele la universitate. Doream să mă vindec pe insula Helgoland, unde aerul de mare și lipsa vegetației aveau să mă ajute să mă însănătoșesc. Când am ajuns pe insulă trebuie să fi făcut o impresie deplorabilă cu obrajii mei umflați, fiindcă la pensiunea unde am închiriat o cameră proprietara a crezut că probabil m-am bătut cu o seară înainte, dar mi-a spus că vrea să mă ajute să mă refac. Camera mea se afla la etajul al doilea al casei care prin poziția ei, sus, la marginea sudică a insulei pline de stânci, oferea o priveliște minunată asupra părții de jos a orașului, a dunelor și a mării. Stând pe balconul meu aveam deseori prilejul să mă gândesc la observația lui Bohr că privind spre largul mării ai senzația că poți cuprinde o parte din infinit.

La Helgoland nu existau nici un fel de tentații exterioare sau activități posibile, în afară de plimbările pe înălțimi și de băile în mare, la dune, care să mă împiedice să lucrez la problemele mele, și astfel avansam mult mai rapid decât aș fi putut-o face la Göttingen. Câteva zile au fost de ajuns pentru a îndepărta balastul matematic ce apare întotdeauna la început în asemenea cazuri și pentru a găsi o formulare matematică simplă a întrebării mele. În câteva zile mi-a devenit limpede ce trebuia să apară, în locul condițiilor de cuantificare Bohr-Sommerfeld, într-o fizică formulată așa încât numai mărimile observabile să joace un rol. Cu această condiție suplimentară, simțeam că un punct central al teoriei era formulat, astfel că în continuare libertatea de formulare dispărea. După aceea însă am observat că nu exista nici o garanție că schema matematică astfel construită putea fi dezvoltată până la capăt fără contradicții. În special, era total incert dacă legea conservării energiei mai era valabilă în această schemă și nu puteam să nu recunosc că, fără această lege de conservare, întreaga schemă era lipsită de orice valoare. Pe de altă parte, calculele mele indicau cu destulă siguranță că întreaga schemă matematică pe care o vedeam putea fi dezvoltată cu adevărat necontradictoriu și coerent dacă aș fi putut arăta că legea conservării energiei este conținută în ea. Astfel încât mi-am concentrat din ce în ce mai mult atenția asupra problemei valabilității conservării energiei, iar într-o seară ajunsesem în faza în care puteam calcula, cu ajutorul unui procedeu destul de complicat conform criteriilor de azi, toți termenii din tabelul energiei sau, după exprimarea actuală, din matricea energiei. Când am văzut că din primii termeni calculați legea conservării energiei era confirmată, am intrat într-un fel de agitație și am început să fac din ce în ce mai multe greșeli de calcul. De aceea, abia la ora trei noaptea am reușit să obțin rezultatul complet al calculelor. Conservarea energiei s-a dovedit a fi valabilă pentru toți termenii și fiindcă acest lucru rezultase de la

sine, adică fără nici o constrângere — ca să spun așa —, puteam să nu mă mai îndoiesc de completitudinea și noncontradicția matematică a mecanicii cuantice astfel formulate. În primul moment m-am speriat. Aveam senzația că priveam, prin suprafața aparențelor lumii atomice, un fundal mult mai adânc și de o mare frumusețe, și aproape că am ametit la gândul că trebuia să urmez firul acestor structuri matematice, pe care natura, acolo în adâncime, mi le dezvăluise. Eram atât de agitat încât nici nu mă puteam gândi să dorm. Am plecat în lumina începutului de răsărit spre capătul sudic al insulei, unde un turn de piatră solitar ce pătrundea în mare îmi trezise de mai multă vreme dorința de a face exerciții de alpinism. Fără mari dificultăți am reușit să ajung în vârful turnului, unde am așteptat răsăritul soarelui.

Ce văzusem în noaptea de la Helgoland nu era desigur mult mai mult decât acea muchie de stâncă însorită din Munții Achsensee. Dar Wolfgang Pauli, de obicei atât de critic, căruia îi relatasem despre rezultatele mele, m-a încurajat să urmez direcția în care pornisem. Born și Jordan au început să lucreze și ei în aceeași direcție. Tânărul fizician englez Paul Dirac de la Cambridge dezvoltă metode matematice originale pentru rezolvarea problemelor ridicate de această metodă și, după numai câteva luni, datorită muncii concentrate a acestor fizicieni, a fost înălțată o construcție matematică coerentă și bine închegată, despre care se putea spera că era potrivită cu multitudinea de experimente din fizica atomică. Nu voi relata aici munca extrem de intensă care ne-a ținut sub tensiune în lunile care au urmat. Dar voi relata o discuție cu Einstein, care a avut loc la Berlin, după o conferință despre noua mecanică cuantică.

Universitatea din Berlin era considerată la vremea aceea vârful fizicii din Germania. Aici lucrau Planck, Einstein, von Laue și Nernst. Aici descoperise Planck teoria cuantelor, iar Rubens a confirmat-o prin măsurătorile sale asupra radiației termice, tot aici formulase Einstein în

anul 1916 teoria sa generală a relativității și teoria gravitației. În centrul vieții științifice se afla colocviul de fizică, rămas din vremea lui Helmholtz și la care de obicei luau parte toți profesorii de fizică. În primăvara anului 1926 am fost invitat să țin o conferință în cadrul acestui colocviu despre nou-descoperita mecanică cuantică. Întrucât făceam cunoștință pentru prima dată personal cu purtătorii acestor nume celebre, mi-am dat toată silința să prezint cât mai clar conceptele atât de neobișnuite pentru fizica acelor vremuri, ca și fundamentele matematice, reușind să trezesc în mod special interesul lui Einstein. După colocviu, Einstein mă rugă să-l însoțesc până acasă, pentru a putea discuta în profunzime despre noile idei.

Pe drum, se interesă de studiile mele și de procupările mele de până atunci în fizică. Când am ajuns la el acasă, a deschis imediat discuția cu o întrebare ce se referea la presupozițiile filozofice ale încercărilor mele: „Ceea ce ne-ați povestit în prelegere sună extrem de neobișnuit. Porniți de la presupunerea că în atomi există electroni și sigur aveți dreptate cu această presupunere. Dar vreți să desființați cu totul traiectoriile electronilor în atomi, deși aceste traiectorii ale electronilor pot fi observate nemijlocit în camera cu ceață. Puteți să-mi explicați mai în amănunt motivele acestor presupuneri ciudate?"

„Traiectoriile electronilor în atomi nu pot fi observate", voi fi răspuns eu, „dar din radiația emisă de un atom la o descărcare pot fi deduse direct frecvențele oscilațiilor și amplitudinile corespunzătoare ale electronilor din atom. Cunoașterea totalității frecvențelor și amplitudinilor a fost doar și până acum în fizică un fel de substitut pentru cunoașterea traiectoriilor electronilor. Cum însă e rațional ca într-o teorie să fie preluate numai acele mărimi care pot fi observate, mi s-a părut natural să introduc numai această totalitate ca așa-zis reprezentant al traiectoriilor electronilor."

„Doar nu credeți în mod serios", replică Einstein, „că într-o teorie fizică pot fi introduse numai mărimi observabile."

„Credeam", am spus eu mirat, „că tocmai dumneavoastră ați pus această concepție la temelia teoriei relativității. Ați subliniat doar că nu este permis să se vorbească despre timpul absolut, pentru că acest timp absolut nu poate fi observat. Numai indicațiile ceasurilor, fie în sistemul de referință în mișcare, fie în cel în repaus, sunt relevante pentru determinarea timpului."

„Poate că am folosit acest gen de filozofie", răspunse Einstein, „dar cu toate acestea ea nu are sens. Sau, mai prudent spus: poate fi euristic valoros să ne amintim ce observăm cu adevărat. Dar, din punct de vedere principial, este total fals să vrem să întemeiem o teorie numai pe mărimi observabile. Pentru că în realitate este exact pe dos. Doar teoria decide ce putem observa. Vedeți, observația este în general un proces foarte complicat. Fenomenul care trebuie observat aduce după sine anume evenimente în aparatul nostru de măsură. Ca urmare, în acest aparat se petrec alte evenimente, care la urmă produc, după toate aceste ocolișuri, efectul asupra simțurilor și fixarea rezultatului în conștiința noastră. Pe tot parcursul acestui drum lung, de la fenomenul de observat până la fixarea în conștiința noastră, trebuie să știm cum funcționează natura, trebuie să cunoaștem legile naturii cel puțin în mod practic, dacă vrem să pretindem că am observat ceva. Doar teoria, adică cunoașterea legilor naturii, ne permite deci să tragem concluzii, din efectul asupra simțurilor, despre fenomenul care a stat la baza lui. Când pretindem că putem observa ceva anume, atunci ar trebui să exprimăm acest lucru mai exact: deși pretindem că formulăm legi noi ale naturii, care nu se potrivesc cu cele de până acum, presupunem că legile naturii cunoscute până acum funcționează suficient de exact, pe drumul de la fenomenul observat până la conștiința noastră, încât ne putem baza pe ele și de aceea putem

vorbi despre observație. În teoria relativității, de exemplu, se pornește de la premisa că și în sistemul de referință aflat în mișcare razele de lumină, care merg de la ceasornic până la ochiul observatorului, funcționează aproape la fel cum era de așteptat în vechile teorii. Iar în teoria dumneavoastră presupuneți în mod evident că întregul mecanism al radiației luminoase de la atomul care oscilează până la spectrometru sau până la ochi funcționează în exact același fel în care era presupus înainte, adică, în linii mari, conform legilor lui Maxwell. Dacă nu se întâmplă așa, atunci nici nu ați mai putea observa mărimile pe care le numiți observabile. Ce pretindeți dumneavoastră, și anume că nu introduceți decât mărimi observabile, este deci în realitate o presupoziție despre o însușire a teoriei de a cărei formulare vă ocupați. Presupuneți că teoria dumneavoastră lasă neatinsă descrierea procesului radiației în punctele de cel mai mare interes pentru teorie. Cu această presupunere s-ar putea să aveți dreptate, dar nu e deloc sigur."

Această poziție a lui Einstein era pentru mine foarte surprinzătoare, deși argumentele sale mi se păreau convingătoare, și de aceea l-am întrebat: „Ideea că o teorie ar fi de fapt numai rezumatul observațiilor cu respectarea principiului economiei de gândire provine parcă de la fizicianul și filozoful Mach; și mereu se pretinde că, în teoria relativității, dumneavoastră ați fi folosit decisiv această idee a lui Mach. Ceea ce mi-ați spus acum însă mi se pare că merge exact în sens opus. În definitiv, ce să cred despre asta sau, mai bine zis, ce credeți dumneavoastră?"

„E o poveste foarte lungă, dar putem vorbi pe îndelete despre ea. Acest concept al lui Mach de economie a gândirii conține probabil o parte de adevăr, dar pentru mine este un pic prea banal. Întâi vreau să vă prezint câteva argumente în favoarea lui Mach. Este evident că legăturile noastre cu lumea au loc prin intermediul simțurilor. Din momentul când, copii fiind, învățăm să vorbim

și să gândim, aceste lucruri se petrec datorită faptului că recunoaștem posibilitatea de a desemna impresii senzoriale foarte complexe, dar cumva corelate, printr-un singur cuvânt, de pildă prin cuvântul «minge». Învățăm acest lucru de la adulți și simțim satisfacția de a ne face înțeleși. Putem deci spune că formarea cuvântului și astfel a conceptului «minge» este un act al economiei de gândire, în sensul că ne permite să prindem împreună impresii senzoriale destul de complexe. Mach nici nu pune problema premiselor necesare, spirituale și corporale, care trebuie să fie prezente la ființa umană — în cazul de față la copilul mic — pentru ca procesul înțelegerii cu semenii să poată demara. La animale, acest proces funcționează, după cum se știe, mult mai prost. Dar nu asta ne interesează acum. Mach pretinde în continuare că formarea teoriilor din științele naturii — chiar și a teoriilor foarte complicate — se produce în mod fundamental în același fel. Încercăm să ordonăm fenomenele în mod univoc, să le reducem într-un fel sau altul de la complex la simplu, până când putem înțelege un grup eventual foarte bogat de evenimente cu ajutorul câtorva concepte; iar «a înțelege» nu înseamnă atunci altceva decât că putem să le reprezentăm în multitudinea lor cu aceste câteva concepte simple. Totul sună destul de plauzibil, dar se pune întrebarea cum trebuie privit principiul economiei de gândire în acest caz. Este vorba de o economie psihologică sau logică? Sau pentru a reformula întrebarea: este vorba despre partea subiectivă sau despre partea obiectivă a procesului? Când un copil folosește conceptul de «minge», se realizează prin acesta doar psihologic o simplificare, în sensul că se rezumă într-un singur cuvânt impresii senzoriale complexe, sau mingea există în mod real? Mach ar răspunde probabil că «propoziția mingea există în mod real nu conține decât afirmarea impresiilor senzoriale rezumate». Dar aici Mach nu are dreptate. Pentru că, în primul rând, propoziția «mingea există în mod real» conține o mulțime de afirmații despre impresii senzoriale posibile, care poate vor avea loc în viitor. Posibilul, ceea

ce este de așteptat, e o parte importantă a realității noastre, care, în afara faptelor, nu poate fi pur și simplu ignorat. Și, în al doilea rând, trebuie să nu uităm că legătura dintre impresiile senzoriale și reprezentările noastre despre lucruri este una dintre premisele de bază ale gândirii noastre; că astfel, dacă am vrea să vorbim numai despre impresiile noastre senzoriale, ar trebui să ne lipsim de limba și de gândirea noastră. Cu alte cuvinte, faptul că lumea există în realitate, că impresiile noastre senzoriale se bazează pe ceva obiectiv, rămâne la Mach prea puțin evidențiat. Nu vreau să pledez pentru un realism naiv; știu și eu că e vorba aici de probleme foarte dificile, dar pentru mine și conceptul de observație la Mach este un pic prea naiv. Mach se preface că știm dinainte ce înseamnă cuvântul «observație»; și fiindcă crede că, ajuns în acest punct, se poate eschiva de la opțiunea «obiectiv sau subiectiv», conceptul lui de «simplitate» capătă un caracter suspect de comercial: economie de gândire. Acest concept are o nuanță mult prea subiectivă. În realitate, simplitatea legilor naturii este tot un fapt obiectiv, și ar fi foarte important ca, într-o elaborare corectă a conceptelor, latura subiectivă și cea obiectivă a simplității să ajungă la echilibru. Acest lucru e însă foarte dificil. Dar mai bine să ne întoarcem la subiectul prelegerii dumneavoastră. Am impresia că exact în punctul despre care am vorbit aici teoria dumneavoastră vă va crea dificultăți. Voi încerca să argumentez această poziție mai explicit. Dumneavoastră vă prefaceți că, în ceea ce privește observația, ați putea lăsa lucrurile neschimbate, că ați putea pur și simplu să folosiți același limbaj atunci când descrieți ceea ce observă fizicienii. Însă atunci ar trebui să spuneți și că: într-o cameră cu ceață observăm traiectoria electronilor prin cameră. Dar, după concepția dumneavoastră, în atom nu mai există traiectorii ale electronilor. În mod evident, acest lucru nu are sens. Doar nu putem crede că numai prin micșorarea spațiului în care se mișcă electronul putem anula conceptul de traiectorie."

Ajunși aici, era rândul meu să încerc să apăr noua mecanică cuantică. „Deocamdată nici nu știm în ce limbaj putem vorbi despre ceea ce se întâmplă în interiorul atomilor. Avem la dispoziție, într-adevăr, un limbaj matematic, de fapt o schemă matematică cu ajutorul căreia putem calcula stările staționare ale atomului sau probabilitățile de tranziție de la o stare la alta. Dar nu știm încă — cel puțin nu în general — cum se leagă acest limbaj de limbajul comun. Evident e nevoie de această legătură pentru a putea aplica teoria la experimente. Fiindcă despre experimente vorbim întotdeauna în limbajul comun, cu alte cuvinte, în limbajul de până acum al fizicii clasice. Așadar, nu pot pretinde că noi am fi înțeles până acum mecanica cuantică. Presupunerea mea este că schema matematică e corectă, dar legătura ei cu limbajul comun nu e deocamdată constituită. Abia după ce ne va reuși acest lucru putem spera că vom fi capabili să vorbim despre traiectoriile electronilor în camera cu ceață, în așa fel încât să nu apară contradicții interne. Pentru lămurirea dificultăților de care vorbiți dumneavoastră cred că este prea devreme."

„Bine, sunt de acord cu asta", spuse Einstein, „putem discuta din nou despre acest subiect peste câțiva ani. Dar poate că ar trebui să vă pun o altă întrebare legată de conferința dumneavoastră. Teoria cuantică are, nu-i așa, două aspecte foarte diferite. Pe de o parte, explică stabilitatea atomilor, așa cum subliniază mereu Bohr pe drept cuvânt; ea lasă să apară mereu aceleași forme. Pe de altă parte, ea descrie un ciudat element de discontinuitate în natură, pe care îl putem observa, de exemplu, foarte limpede când privim în întuneric un ecran pe care se văd descărcările luminoase emise de un preparat radioactiv. Aceste două aspecte sunt legate între ele. În mecanica cuantică a dumneavoastră va trebui să vorbiți despre aceste două aspecte când descrieți de pildă emisia de lumină din atomi. Puteți calcula valorile discrete ale energiei stărilor staționare. Se pare deci că teoria dumneavoastră poate

explica stabilitatea anumitor forme care nu pot trece continuu dintr-una într-alta, ci sunt diferite între ele tocmai prin cantități finite, și care în mod vădit se formează mereu la fel. Ce se întâmplă însă la emisia luminii? Știți desigur că am încercat să reprezint acest fapt prin ideea că atomul se prăbușește într-un anumit sens de la o valoare a energiei dintr-o stare staționară la alta, în sensul că emite diferența de energie ca pachet de energie, așa-numita cuantă de lumină. Acesta ar fi un exemplu evident pentru acel element de discontinuitate. Dumneavoastră credeți că această reprezentare este corectă? Puteți descrie trecerea de la o stare staționară la alta într-un fel mai exact?"

În răspunsul pe care l-am dat a trebuit să mă retrag pe pozițiile lui Bohr. „Cred că am învățat de la Bohr că despre o asemenea tranziție nici nu putem vorbi în conceptele de până acum sau, în orice caz, că ea nu poate fi descrisă ca un eveniment în timp și spațiu. Cu asta am spus, evident, foarte puțin. De fapt, am spus numai că nu știm acest lucru. Dacă să cred în cuantele de lumină sau nu, asta nu pot decide. Radiația conține în mod evident acest element de discontinuitate pe care dumneavoastră îl reprezentați prin cuantele de lumină. Pe de altă parte însă, conține și un element clar de continuitate, care apare în experiențele de interferență și care poate fi descris cel mai simplu cu ajutorul teoriei ondulatorii a luminii. Dar dumneavoastră întrebați pe drept cuvânt dacă din noua mecanică cuantică, și ea de fapt încă neînțeleasă, se poate afla ceva în legătură cu aceste întrebări teribil de grele. Eu cred că putem cel puțin spera acest lucru. Îmi pot închipui, de exemplu, că putem obține rezultate interesante dacă studiem un atom care schimbă energie cu alți atomi sau cu câmpul de radiație. Am putea să ne punem întrebări despre abaterea statistică a energiei din atom. Dacă energia se schimbă discontinuu, așa cum vă așteptați dumneavoastră conform reprezentării prin cuante de lumină, atunci abaterea sau, matematic mai exact, abaterea pătratică medie, va fi mai mare decât dacă energia

se schimbă continuu. Îmi place să cred că din calculele cuantice va rezulta o valoare mai mare și că astfel elementul de discontinuitate se vede nemijlocit. Pe de altă parte, ar trebui să poată fi recunoscut și elementul de continuitate, care devine vizibil în experimentele de interferență. Poate că trebuie să ne reprezentăm trecerea de la o stare staționară la alta într-un mod asemănător cu trecerea de la o imagine la alta din anumite filme. Trecerea nu are loc brusc, ci o imagine devine treptat mai slabă, următoarea apare treptat și devine mai intensă, astfel încât pentru un anumit interval de timp cele două imagini sunt amestecate și nu se știe ce se întâmplă de fapt. Poate că există o asemenea stare intermediară în care nu se știe dacă atomul este în starea superioară sau în cea inferioară."

„Gândurile dumneavoastră se îndreaptă acum într-o direcție foarte periculoasă", mă avertiză Einstein. „Deodată vorbiți despre ceea ce știm despre natură și nu mai vorbiți de ceea ce face natura cu adevărat. În științele naturii însă nu poate fi vorba decât despre ceea ce face natura cu adevărat. S-ar putea foarte bine ca dumneavoastră și cu mine să știm lucruri diferite despre natură. Dar pe cine interesează asta? Pe dumneavoastră și pe mine, poate. Dar pentru ceilalți acest lucru este absolut indiferent. Așadar, dacă teoria dumneavoastră e corectă, atunci într-o bună zi va trebui să-mi puteți spune ce face atomul la trecerea de la o stare staționară la alta când emite lumină."

„Poate", am răspuns ezitând. „Dar mi se pare că folosiți limba într-un mod prea dur. Trebuie să recunosc că orice aș răspunde acum ar avea caracterul unei justificări neîntemeiate. Să așteptăm așadar și să vedem cum se va dezvolta teoria atomică în continuare."

Einstein se uită la mine oarecum critic. „De ce credeți atunci atât de tare în teoria dumneavoastră, dacă atât de multe întrebări centrale sunt încă complet nelămurite?"

Mi-a luat, desigur, mult timp până să pot răspunde la această întrebare a lui Einstein. Apoi însă voi fi răspuns

ceva de felul următor: „Eu cred, la fel ca dumneavoastră, că simplitatea legilor naturii are un caracter obiectiv, că nu e vorba numai de economie de gândire. Dacă natura ne conduce la forme matematice de mare simplitate și mare frumusețe — iar prin forme înțeleg aici sisteme închise de presupoziții, axiome și altele asemenea —, la forme care până acum nu au fost gândite de nimeni, atunci nu ne putem abține să credem că sunt «adevărate», cu alte cuvinte că reprezintă o trăsătură reală a naturii. Este fără îndoială posibil ca aceste forme să aibă de-a face și cu relația noastră cu natura, este posibil ca ele să conțină și un element de economie de gândire. Dar, pentru că la aceste forme nu am fi ajuns niciodată de unii singuri, pentru că natura însăși ne-a arătat drumul spre ele, aceste forme aparțin și ele realității însăși, nu numai gândurilor noastre despre realitate. Puteți să-mi reproșați că folosesc aici un criteriu estetic pentru adevăr, întrucât vorbesc despre simplitate și frumusețe. Dar trebuie să recunosc că simplitatea și frumusețea schemei matematice care ne-a fost sugerată aici de natură au pentru mine o mare putere de convingere. Ați trăit desigur și dumneavoastră acel sentiment aproape de spaimă în fața simplității și unității relațiilor pe care natura parcă ni le dezvăluie deodată și pentru care eram atât de puțin pregătiți. Sentimentul de care suntem cuprinși într-un asemenea moment este fără îndoială complet diferit de bucuria pe care o resimțim, de pildă, când credem că am realizat foarte bine o treabă meșteșugărească (din domeniul fizicii sau din afara lui). De aceea mai sper că dificultățile despre care tocmai am discutat vor fi depășite într-un fel sau altul. Simplitatea schemei matematice are în plus drept consecință faptul că se pot imagina multe experimente pentru care să se poată calcula dinainte cu mare exactitate rezultatul, conform teoriei. Când vor fi efectuate aceste experimente și vor avea rezultatul prezis de teorie, atunci cu greu vom putea pune la îndoială faptul că teoria reprezintă natura cu adevărat, în acest domeniu."

„Controlul prin experiment", spuse Einstein, „este desigur premisa trivială pentru corectitudinea unei teorii. Dar nu putem niciodată verifica totul. Din acest motiv ceea ce ați spus despre simplitate mă interesează încă și mai mult. Dar nu pot pretinde că aș fi înțeles cu adevărat ce este de fapt simplitatea legilor naturii."

După ce am mai continuat o vreme discuția despre criteriile de adevăr în fizică, mi-am luat rămas-bun și l-am reîntâlnit pe Einstein abia peste un an și jumătate, la conferința Solvay de la Bruxelles, unde fundamentele epistemologice și filozofice ale teoriei urmau să fie din nou subiectul unor discuții foarte aprinse.

6

PLECAREA CĂTRE LUMEA NOUĂ (1926–1927)

Dacă ne întrebăm în ce constă de fapt marea înfăptuire a lui Cristofor Columb când a descoperit America, suntem siliți să răspundem că nu a fost nici ideea de a se folosi de forma sferică a Pământului pentru a ajunge în India pe ruta de vest (această idee fusese gândită și exprimată și de alții), nici pregătirea minuțioasă a expediției sale și echiparea temeinică a corăbiilor, ceea ce ar fi putut face și alții. Marea lui înfăptuire, fără îndoială cel mai greu lucru în această expediție, a fost hotărârea de a părăsi toate teritoriile cunoscute până atunci și de a naviga atât de departe spre vest, încât, cu proviziile disponibile la bord, întoarcerea nu mai era posibilă.

În mod asemănător, într-o știință nu pot fi descoperite teritorii cu adevărat noi decât dacă suntem pregătiți ca, într-un moment important, să părăsim terenul pe care era construită știința până atunci și să sărim, într-un anume sens, în gol. Einstein renunțase în teoria relativității la orice concept de simultaneitate, care făcea parte din bazele solide ale fizicii de până atunci, iar tocmai această renunțare la conceptul anterior de simultaneitate nu putea fi acceptată de mulți fizicieni și filozofi importanți, făcându-i să devină adversari îndârjiți ai teoriei relativității. Se poate eventual spune că, în general, progresul științei cere de la cei care activează în domeniul ei numai preluarea și prelucrarea unor noi conținuturi de gândire. Cei activi în domeniul științei sunt mai mereu dispuși să facă acest lucru. Dacă însă pătrunzi în domenii cu adevărat noi, se

poate întâmpla să fie nevoie nu numai de preluarea unor conținuturi noi, ci ca însăși structura gândirii să se schimbe pentru ca noul domeniu să poată fi cu adevărat înțeles. Mulți însă nu sunt dispuși sau nu pot face acest din urmă pas. La conferința despre științele naturii de la Leipzig mi-am dat seama cât de dificilă poate fi efectuarea acestui pas decisiv. Așa încât trebuia să fim pregătiți să înfruntăm greutăți și mai mari în privința teoriei cuantice a atomilor.

În primele luni ale anului 1926, cam pe vremea când aveam de ținut conferința la Berlin, noi cei de la Göttingen am făcut cunoștință cu lucrarea fizicianului vienez Schrödinger, care ataca problemele teoriei atomice în cu totul alt mod. Cu un an în urmă deja, în Franța, Louis de Broglie atrăsese atenția că ciudatul dualism dintre reprezentarea ondulatorie și reprezentarea corpusculară a luminii, care părea să facă imposibilă pe alocuri o explicare rațională a fenomenelor luminoase, ar putea juca un rol și în cazul materiei, de pildă în cazul electronilor. Schrödinger a dezvoltat în continuare această idee și a formulat într-o ecuație de tip ondulator legea de propagare a undelor de materie sub acțiunea unui câmp electromagnetic. Conform acestei reprezentări, stările staționare ale învelișului atomic erau comparabile cu oscilațiile staționare ale unui sistem, de pildă cele ale unei corzi; însă mărimile care până atunci fuseseră privite ca energii ale stărilor staționare apăreau în acest caz sub formă de frecvențe ale oscilațiilor staționare. Rezultatele obținute de Schrödinger în acest mod se potriveau foarte bine cu rezultatele noii mecanici cuantice și curând după aceea Schrödinger a reușit să demonstreze că mecanica sa ondulatorie este echivalentă matematic cu mecanica cuantică, și deci că este vorba de două formulări matematice diferite ale aceluiași fapt real. Acest nou rezultat ne-a bucurat foarte mult, întrucât ne-a întărit substanțial încrederea în noul formalism matematic; în plus, metoda

lui Schrödinger permitea numeroase calcule care în mecanica cuantică ar fi fost extrem de complicate.

Dificultățile au început însă odată cu interpretarea fizică a schemei matematice. Schrödinger credea că prin această reorientare de la particule la undele de materie pot fi înlăturate în sfârșit paradoxurile care îngreunaseră atât de mult timp, fără speranță, înțelegerea teoriei cuantice. Undele de materie urmau deci să fie reprezentări ale proceselor în spațiu și timp, asemănător cu ceea ce se întâmpla pentru undele electromagnetice sau pentru cele acustice. Discontinuități atât de greu inteligibile precum „saltul cuantic" și altele urmau să dispară complet din teorie. Eu nu puteam crede în această interpretare, pentru că era în contradicție totală cu reprezentările noastre de la Copenhaga, și eram neliniștit când vedeam că mulți fizicieni percepeau interpretarea lui Schrödinger ca pe o eliberare. În nenumăratele discuții pe care le avusesem de-a lungul anilor cu Niels Bohr, Wolfgang Pauli și mulți alții, credeam că ajunseserăm cu toții la concluzia extrem de clară privind imposibilitatea descrierii concrete spațio-temporale a proceselor atomice. Iar această concluzie provenea din simplul motiv că o asemenea descriere nu putea cuprinde elementul de discontinuitate, pe care și Einstein îl desemnase la Berlin drept trăsătură caracteristică a fenomenelor atomice. Desigur, o asemenea poziție era doar o constatare negativă, iar în vremea aceea eram încă departe de o interpretare fizică completă a mecanicii cuantice. Și totuși, credeam că trebuie să renunțăm la reprezentarea unor procese obiective ce ar permite o descriere în spațiu și timp a acestora. Dimpotrivă, interpretarea lui Schrödinger mergea în direcția inversă, în sensul că pur și simplu tăgăduia existența acestor discontinuități — iar aceasta era cea mai mare surpriză. Astfel, se considera ca nemaifiind adevărat că atomul își schimbă brusc energia de la o stare staționară la alta și că emite astfel energia pierdută în forma unei cuante de lumină în sensul lui Einstein. Mai mult, se presupunea

că emisia are loc în așa fel încât într-un asemenea proces două unde de materie staționare ar fi simultan excitate, iar interferența acestor două unde ar conduce la emisia de unde electromagnetice, de pildă unde luminoase. Această ipoteză mi se părea prea îndrăzneață pentru a putea fi adevărată și am început să adun toate argumentele care dovedeau că discontinuitățile erau o trăsătură autentică a realității. Cel mai la îndemână argument era desigur formula radiației termice a lui Planck, despre a cărei valabilitate empirică nu se mai putea îndoi nimeni și care fusese chiar punctul de pornire al tezei lui Planck privind caracterul discret al energiei stărilor staționare.

Spre sfârșitul semestrului de vară al anului 1926, Sommerfeld l-a invitat pe Schrödinger să prezinte teoria sa în cadrul seminarului de la München, iar astfel s-a ivit pentru mine prima ocazie de a discuta cu Schrödinger. În acel semestru lucrasem din nou la Copenhaga, și cu prilejul unei cercetări asupra atomului de heliu îmi însușisem metodele lui Schrödinger. Apoi, în timpul unei vacanțe de refacere la lacul Mjösa, în Norvegia, îmi încheiasem lucrarea și, cu manuscrisul în rucsac, făcusem o drumeție de unul singur de la Gudbrandsdal până la Sognefjord, parcurgând mai multe lanțuri muntoase pe drumuri necunoscute. După o scurtă escală la Copenhaga am plecat la München pentru a petrece o parte din vacanță cu părinții. Și astfel am avut ocazia să asist la prelegerea lui Schrödinger. La seminar a apărut și directorul Institutului de fizică experimentală al Universității din München, Wilhelm Wien, care era de altfel extrem de sceptic în legătură cu „atomistica" lui Sommerfeld.

Schrödinger prezentă la început principiile matematice ale mecanicii ondulatorii aplicate la atomul de hidrogen, iar noi toți eram entuziasmați de faptul că o problemă pe care Wolfgang Pauli o putuse rezolva cu metodele mecanicii cuantice numai pe o cale plină de complicații putea fi acum rezolvată cu metode matematice convenționale în mod elegant și simplu. La sfârșit însă, Schrödinger

vorbi și despre interpretarea lui asupra mecanicii ondulatorii, interpretare în care eu nu puteam crede. În discuțiile care au urmat mi-am prezentat obiecțiile; în special, am atras atenția asupra faptului că, în interpretarea lui Schrödinger, nici măcar legea radiației a lui Planck nu putea fi înțeleasă. Cu această critică însă nu am avut nici un pic de noroc. Wilhelm Wien răspunse destul de aspru că poate înțelege regretele mele legate de faptul că acum s-a terminat cu mecanica cuantică și că nu mai era nevoie să se vorbească de toate absurdițățile precum saltul cuantic și altele asemenea; dar că, fără îndoială, dificultățile expuse de mine vor fi rezolvate în cel mai scurt timp de Schrödinger. Schrödinger nu era chiar atât de sigur în răspunsul său, dar și el își păstra convingerea că, în timp, toate problemele amintite de mine se vor lămuri în sensul teoriei sale. Argumentele mele nu mai produceau asupra nimănui vreo impresie. Chiar și Sommerfeld, care avea o atitudine binevoitoare față de mine, fusese subjugat de puterea de convingere a formulării matematice expuse de Schrödinger.

M-am întors tulburat acasă și probabil că în aceeași seară i-am scris o scrisoare lui Niels Bohr pentru a-i relata întorsătura nefericită pe care o luaseră discuțiile. Poate ca urmare a acelei scrisori Bohr l-a invitat pe Schrödinger la Copenhaga în septembrie pentru o săptămână sau două, ca să discute în detaliu despre interpretarea mecanicii cuantice și a mecanicii ondulatorii. Schrödinger a acceptat invitația și, evident, m-am dus și eu la Copenhaga să asist la acele discuții atât de importante.

Discuțiile dintre Bohr și Schrödinger au început chiar în gara din Copenhaga și au continuat în fiecare zi de dimineață devreme până noaptea târziu. Schrödinger locuia la Bohr acasă, așa că discuțiile se purtau practic fără întrerupere. Și, în ciuda faptului că în mod obișnuit Bohr era extrem de amabil și plin de tact în relațiile cu oamenii, în acest caz mi-a apărut aproape ca un fanatic neînduplecat care nu era dispus să-i vină în întâmpinare cu

nici un singur pas partenerului său de discuție sau să îngăduie vreo neclaritate cât de mică. Este aproape imposibil de redat cât de pătimaș s-au purtat discuțiile de ambele părți, cât de adânc înrădăcinate erau convingerile care reieșeau în egală măsură din ceea ce spuneau atât Bohr, cât și Schrödinger. De aceea nu poate fi vorba aici decât de o copie palidă a acelor discuții, în care se ducea o luptă aprigă legată de interpretarea noii reprezentări matematice a naturii.

Schrödinger: „Trebuie să înțelegeți, Bohr, că toată această reprezentare a salturilor cuantice duce la nonsens. Se pretinde acolo că într-o stare staționară a atomului electronul se mișcă pe o traiectorie oarecare, în mod periodic, fără să radieze. Nu există nici o explicație pentru faptul că nu radiază; conform teoriei lui Maxwell, ar trebui să radieze. Apoi, se presupune că electronul face un salt de pe această traiectorie pe o alta, iar cu această ocazie emite radiație. Această tranziție se face treptat sau brusc? Dacă se face treptat, atunci ar trebui ca electronul să-și modifice treptat frecvența mișcării periodice și energia. Nu e de înțeles cum se pot obține în acest caz frecvențe bine definite ale liniilor spectrale. Dacă însă tranziția are loc brusc, așa-zicând printr-un salt, se pot obține frecvențele corecte cu ajutorul reprezentării lui Einstein a cuantelor de lumină, dar atunci trebuie să ne întrebăm cum se mișcă electronul în timpul acestui salt. De ce nu emite cu ocazia saltului un spectru continuu, după cum ar cere teoria fenomenelor electromagnetice? Și care sunt legile care determină mișcarea lui în timpul saltului? Prin urmare, toată reprezentarea salturilor cuantice trebuie să fie pur și simplu un nonsens."

Bohr: „Da, în ceea ce spuneți aveți desigur dreptate. Dar asta nu dovedește că salturile cuantice nu există. Dovedește numai că nu ni le putem reprezenta, ceea ce înseamnă că conceptele intuitive pe care le folosim pentru a descrie evenimentele din viața curentă și experimentele din fizica de până acum nu sunt suficiente pentru a descrie ceea ce se întâmplă în saltul cuantic. Acest lucru nici măcar

nu e atât de ciudat, dacă ne gândim că ceea ce se întâmplă în acest caz nu poate fi obiectul experienței nemijlocite, că nu putem observa aceste fenomene în mod direct, așadar nici nu ne construim conceptele în conformitate cu ele."

Schrödinger: „Nu vreau să mă angajez cu dumneavoastră într-o discuție filozofică despre formarea conceptelor, de asta se vor ocupa mai târziu filozofii; ceea ce doresc eu este să știu ce se petrece în interiorul atomului. Și, urmărind acest scop, mi-e perfect indiferent ce limbaj folosim. Dacă în interiorul atomului există electroni care sunt particule, așa cum ne-am închipuit până acum, atunci aceștia trebuie să se și miște cumva. În clipa de față nu e important pentru mine să descriu exact cum are loc această mișcare; dar în cele din urmă trebuie să putem afla cum se comportă electronii în stările staționare sau la trecerea de la o stare la alta. Dar, privind formalismul matematic al mecanicii ondulatorii sau al mecanicii cuantice, se vede imediat că acest formalism nu ne dă un răspuns rațional la aceste întrebări. Însă, în momentul în care suntem dispuși să schimbăm imaginea și să spunem că nu există electroni ca particule, ci ca unde de electroni sau unde de materie, atunci totul arată altfel. Atunci nu ne mai mirăm de frecvențele determinate ale oscilațiilor. Emisia de lumină devine atunci la fel de simplu de înțeles ca și emisia de unde radio prin antena unui emițător, iar contradicțiile ce păreau înainte de nerezolvat dispar."

Bohr: „Nu, din păcate acest lucru nu e adevărat. Contradicțiile nu dispar, ci sunt împinse în altă parte. Vorbiți de pildă despre emisia de radiație din atom sau, mai general, despre interacțiunea atomului cu câmpul de emisie înconjurător și sunteți de părere că, dacă presupuneți că există unde de materie dar nu există salturi cuantice, dificultățile ar fi eliminate. Dar gândiți-vă numai la echilibrul termodinamic dintre atom și câmpul de radiație, de pildă la felul în care Einstein a dedus legea emisiei a lui Planck. Pentru deducerea acestei legi este hotărâtor

faptul că energia atomului are valori discrete și că aceasta se schimbă din când în când în mod discontinuu; valori discrete ale oscilațiilor proprii nu folosesc absolut deloc. Nu puteți în mod serios pune sub semnul întrebării întreaga bază a teoriei cuantice."

Schrödinger: „Nu pretind, desigur, că aceste conexiuni ar fi înțelese deplin de pe acum. Dar nici dumneavoastră nu aveți încă o interpretare fizică satisfăcătoare a mecanicii cuantice. Nu văd de ce nu putem spera că aplicarea teoriei căldurii la teoria undelor de materie nu poate duce în cele din urmă și ea la o explicație bună a formulei lui Planck, care fără îndoială însă va arăta diferit față de explicațiile de până acum."

Bohr: „Nu, nu putem spera acest lucru, pentru că știm de 25 de ani ce înseamnă formula lui Planck. Și, în afară de asta, vedem nemijlocit discontinuitățile, salturile din fenomenele atomice, privind de pildă un ecran de scintilație sau o cameră cu ceață. Vedem că dintr-odată apare un mic fulger pe ecran sau că brusc un electron trece prin camera cu ceață. Nu puteți să dați pur și simplu la o parte aceste fenomene și să vă prefaceți că ele nu ar exista."

Schrödinger: „Dacă va trebui să rămânem la acest blestemat săltat cuantic, atunci regret că am avut de-a face vreodată cu teoria cuantică."

Bohr: „Dar noi, ceilalți, vă suntem foarte îndatorați că ați făcut-o, deoarece mecanica dumneavoastră ondulatorie reprezintă, prin claritatea ei matematică și prin simplitatea ei, un imens progres față de forma de până acum a mecanicii cuantice."

Și discuția a continuat în același fel de-a lungul multor ore din zi și din noapte, fără să se ajungă la o înțelegere. După câteva zile Schrödinger s-a îmbolnăvit, poate ca urmare a efortului imens; a trebuit să stea în pat, având o răceală cu febră. Doamna Bohr îl îngrijea și îi aducea ceai și prăjituri, dar Niels Bohr stătea pe marginea patului și încerca să-l convingă pe Schrödinger: „Trebuie totuși să recunoașteți că..." La o adevărată înțelegere însă nu

s-a putut ajunge atunci, pentru că nici una dintre cele două părți nu avea de oferit o interpretare completă și încheiată a mecanicii cuantice. Dar noi, cei de la Copenhaga, simțeam către sfârșitul acestei vizite că eram pe drumul cel bun. În același timp însă, recunoșteam cât de greu va fi să-i convingem chiar și pe cei mai buni fizicieni că în acest caz trebuiau să renunțe la o descriere spațio-temporală a evenimentelor atomice.

În lunile următoare, tema centrală a discuțiilor dintre Bohr și mine a reprezentat-o interpretarea fizică a mecanicii cuantice. Locuiam pe atunci la ultimul etaj al clădirii institutului, într-o mică mansardă frumos aranjată, cu pereții oblici, de unde puteam privi copacii de la intrarea în parcul Fälled. Bohr venea deseori seara târziu în camera mea și discutam tot felul de așa-numite experimente imaginare, pentru a vedea dacă înțelesesem cu adevărat teoria în mod complet. Cu ocazia acestor discuții am observat curând că Bohr și cu mine căutam soluția dificultăților în direcții oarecum diferite. Eforturile lui Bohr se îndreptau într-un sens în care să mențină, cu drepturi egale, imaginea corpusculară alături de cea ondulatorie, încercând să formuleze ideea că, deși aceste două imagini se exclud reciproc, abia împreună puteau oferi o formulare completă a evenimentelor atomice. Mie acest mod de a gândi nu-mi era pe plac. Eu voiam să pornesc de la faptul că mecanica cuantică, chiar în forma ei de atunci, putea deja oferi o interpretare fizică univocă pentru unele dintre mărimile care apăreau în cadrul ei — de pildă, pentru mediile temporale ale energiei, momentului electric, impulsului, pentru medii ale fluctuațiilor ș.a.m.d. — și că după toate probabilitățile nu mai era loc pentru nici un fel de libertate în privința interpretării fizice. Mai degrabă ar fi trebuit să se ajungă la interpretarea corectă prin raționament logic și deducție din interpretările speciale care existau deja. De aceea eram destul de nefericit — desigur, pe nedrept — din pricina unei lucrări a lui Born, lucrare în sine excelentă, în care analiza procesele

de ciocnire cu metodele lui Schrödinger și în care prezentase ipoteza că pătratul funcției de undă a lui Schrödinger ar fi o măsură pentru probabilitatea ca electronul să se găsească într-un anumit loc din spațiu. Mi se părea că teza lui Born era corectă, numai că îmi displăcea faptul că lucrurile arătau ca și cum aici ar mai fi putut încăpea o anume libertate de interpretare. Eram convins că teza lui Born putea fi dedusă din interpretările deja existente pentru anumite mărimi din mecanica cuantică. Această convingere mi-a fost întărită de două lucrări matematice foarte concludente ale lui Dirac și Jordan.

Din fericire, concluziile la care Bohr și cu mine ajungeam cu ocazia discuțiilor de seară privind experimentele de fizică pe care le imaginam erau de obicei aceleași, așa încât puteam spera că eforturile noastre din direcții atât de diferite vor duce în cele din urmă la același rezultat. Desigur, nici unul dintre noi nu putea înțelege cum un fenomen atât de simplu ca traiectoria unui electron în camera cu ceață putea fi făcut să devină compatibil cu formalismul matematic al mecanicii cuantice sau al mecanicii ondulatorii. În mecanica cuantică, conceptul de traiectorie nici nu apărea, iar în mecanica ondulatorie puteau apărea raze de materie înguste direcționate, dar acestea trebuiau să se propage treptat în domenii ale spațiului mult mai mari decât diametrul unui electron. Situația experimentală arăta desigur altfel. Deoarece discuțiile noastre se prelungeau deseori până târziu după miezul nopții și deoarece, în ciuda eforturilor continue de-a lungul mai multor luni, nu ajunseserăm la un rezultat mulțumitor, am intrat amândoi într-o stare de epuizare care, ținând cont și de direcțiile diferite de gândire, ducea uneori și la tensiuni între noi. De aceea în februarie 1927 Bohr s-a decis să petreacă un concediu la schi în Norvegia, iar eu eram bucuros că voi avea ocazia să rămân la Copenhaga să mă gândesc singur, în liniște, la aceste probleme cumplit de dificile. Mi-am concentrat acum toate eforturile asupra întrebării cum poate fi reprezentată matema-

tic, în cadrul mecanicii cuantice, traiectoria unui electron în camera cu ceață. Când în curând, într-una din primele seri, am întâmpinat în această încercare dificultăți insurmontabile, mi-a trecut prin minte că poate formulasem întrebarea în mod greșit. Dar ce putea fi greșit aici? Traiectoria electronului în camera cu ceață exista, ea putea fi observată. Schema matematică a mecanicii cuantice exista și ea, și era mult prea convingătoare pentru a mai permite modificări. Așadar, trebuia să se poată stabili legătura dintre ele, împotriva oricărei aparențe exterioare. Trebuie să fi fost într-o seară, spre miezul nopții, când mi-au revenit în minte dintr-odată discuția avută cu Einstein și cuvintele lui de atunci: „Numai teoria decide asupra a ceea ce putem observa." Imediat mi-a devenit clar că aici trebuia căutată cheia pentru poarta ce fusese atâta vreme încuiată. Pentru a mă gândi la consecințele acestei afirmații a lui Einstein în liniște, m-am dus să fac o plimbare nocturnă prin parcul Fälled. Noi spuseserăm întotdeauna cu ușurință: traiectoria electronului în camera cu ceață poate fi observată. Dar poate că de fapt ceea ce observam era mai puțin. Poate că ceea ce se observa era doar o serie discretă de localizări imprecis determinate ale electronului. Într-adevăr, ceea ce se vede în camera cu ceață sunt doar picături de apă individuale, care sunt mult mai extinse decât un electron. Întrebarea corectă trebuia să fie deci: poate fi reprezentată în mecanica cuantică o situație în care un electron se află aproximativ într-un anumit loc — adică cu o anumită imprecizie — și care posedă o anumită viteză, tot aproximativ — adică din nou cu o anumită imprecizie — și pot fi făcute aceste imprecizii atât de mici încât să nu intre în contradicție cu experimentul? Un calcul scurt, făcut după întoarcerea la institut, confirmă că o asemenea situație poate fi reprezentată matematic și că pentru impreciziile care rezultă sunt valabile acele relații care mai târziu au fost numite relațiile de nedeterminare din mecanica cuantică. Produsul nedeterminărilor pentru poziție și cantitate de mișcare (prin cantitate de mișcare

se înțelege produsul dintre masă și viteză) nu poate fi mai mic decât constanta de acțiune a lui Planck. Prin aceasta — așa mi se părea mie — era stabilită legătura dintre observațiile în camera cu ceață și matematica mecanicii cuantice. Pe de altă parte, trebuia acum demonstrat că în orice experiment nu puteau apărea decât situații în care erau valabile relațiile de nedeterminare. Dar acest lucru mi se părea din capul locului plauzibil, pentru că evenimentele experimentale, observaționale, se supuneau și ele legilor mecanicii cuantice. Dacă aceste legi sunt presupuse a fi valabile și aici, atunci din experimente nu pot apărea situații care să nu se încadreze în mecanica cuantică. *Căci numai teoria decide asupra a ceea ce putem observa.* Mi-am propus ca în zilele următoare să fac calculele complete corespunzătoare unor experimente simple.

Și în acest caz m-a ajutat amintirea unei discuții pe care o avusesem la Göttingen cu un coleg de studii, Burkhard Drude. Descriind dificultățile legate de reprezentarea traiectoriilor electronilor în atom, Burkhard Drude a luat în considerare posibilitatea principială a construirii unui microscop cu putere de rezoluție neobișnuit de mare, cu care să se poată vedea direct traiectoriile electronilor. Un asemenea microscop ar trebui să funcționeze nu cu lumină vizibilă, ci poate cu radiație gamma dură. Poate că atunci s-ar putea în principiu fotografia traiectoria eletronului în atom. Trebuia deci să încerc să demonstrez că nici măcar un asemenea microscop nu ar permite depășirea limitelor date de relațiile de nedeterminare. Această demonstrație mi-a reușit și mi-a întărit încrederea în coeziunea noii interpretări. După câteva calcule suplimentare de acest fel, am redactat rezultatele mele într-o lungă scrisoare adresată lui Wolfgang Pauli, primind de la el, din Hamburg, un răspuns aprobator, care m-a încurajat mult.

Când Niels Bohr s-a întors din vacanța lui de schi din Norvegia au avut loc în continuare discuții dificile. Căci și Bohr își dezvoltase mai departe raționamentele și încercase, așa cum începuse în dialogurile noastre, să

întemeieze interpretarea pe dualismul dintre reprezentarea corpusculară și reprezentarea ondulatorie. În centrul modului său de a gândi stătea conceptul nou formulat de complementaritate, care era menit să descrie o situație în care unul și același eveniment putea fi reprezentat în două moduri diferite. Aceste două reprezentări, deși se exclud reciproc, se și completează una pe alta, iar abia prin alăturarea celor două reprezentări contradictorii poate fi descris în întregime conținutul fenomenului. La început, Bohr a avut câteva rețineri în legătură cu relațiile de nedeterminare, pe care le percepea probabil ca pe un caz prea special al situației generale de complementaritate. Dar în curând ne-am dat seama, cu ajutorul fizicianului suedez Oskar Klein, care lucra și el la Copenhaga pe vremea aceea, că nu exista o diferență serioasă între cele două interpretări și că important era ca acest conținut, acum pe deplin înțeles, să fie astfel prezentat încât, în ciuda noutății sale, să devină inteligibil și pentru ceilalți fizicieni.

Dezbaterea în prezența fizicienilor a avut loc apoi în toamna anului 1927, cu ocazia a două întruniri, un congres de fizică la Como, unde Bohr a ținut o conferință în care a rezumat noua situație, și așa-numitul Congres Solvay de la Bruxelles, la care, conform obiceiului Fundației Solvay, fusese invitat numai un mic grup de specialiști ce urmau să discute în profunzime despre problemele teoriei cuantice. Locuiam cu toții în același hotel, iar cele mai aprige discuții nu au avut loc în sala de conferințe, ci în timpul meselor la hotel. Bohr și Einstein purtau povara principală a acestei bătălii legate de noua interpretare a mecanicii cuantice. Einstein nu era dispus să accepte caracterul fundamental statistic al noii teorii cuantice. Desigur, nu avea nimic împotriva recurgerii la afirmații probabilistice, acolo unde sistemul respectiv nu era cunoscut în toate detaliile sale determinate. Pe asemenea afirmații se bazau mecanica statistică cunoscută și teoria căldurii. Dar Einstein nu voia să admită faptul că în

mecanica cuantică era principial imposibil să fie cunoscut tot ce determină cu necesitate procesele. „Bunul Dumnezeu nu se joacă cu zarurile", aceasta era o expresie pe care o rostea deseori în cursul acelor discuții. De aceea Einstein nu putea accepta relațiile de nedeterminare și încerca să imagineze experimente în care aceste relații nu mai sunt valabile. Controversele începeau de obicei dimineața devreme, când, la micul dejun, Einstein ne explica un experiment mental nou care, după părerea lui, contrazicea relațiile de nedeterminare. Noi începeam bineînțeles imediat să analizăm exemplul cel nou, iar pe drumul spre sala de conferințe, când de obicei eu îi însoțeam pe Einstein și Bohr, se ajungea la o primă limpezire a problematicii și a ipotezelor acceptate. În cursul zilei se purtau apoi nenumărate discuții despre acestea și de obicei în seara aceleiași zile, la masă, Niels Bohr era în măsură să-i demonstreze lui Einstein că nici acest nou experiment propus de el nu conducea la contrazicerea relațiilor de nedeterminare. Einstein devenea atunci puțin neliniștit, dar chiar a doua zi dimineața aducea la micul dejun un nou experiment mental, mai complicat decât precedentul, menit să demonstreze, de data aceasta cu adevărat, lipsa de valabilitate a relațiilor de nedeterminare. Nici această nouă încercare nu avea seara mai mult succes decât cea precedentă, iar după ce acest joc a continuat în același fel mai multe zile, prietenul lui Einstein, Paul Ehrenfest, fizician la Leyden, în Olanda, i-a spus lui Einstein: „Einstein, mi-e rușine pentru tine; fiindcă tu argumentezi acum împotriva noii mecanici cuantice exact în același fel în care oponenții tăi au argumentat împotriva teoriei relativității." Dar nici această observație prietenească nu l-a putut convinge pe Einstein.

Din nou mi-a devenit clar cât de greu ne este să renunțăm la reprezentările care fuseseră până atunci baza modului nostru de a gândi și de a face știință. Einstein își investise munca de o viață în cercetarea acelei lumi obiective a proceselor fizice care se desfășoară acolo afară, în spațiu și timp, independent de noi, după legi bine definite.

Simbolurile matematice ale fizicii teoretice erau considerate a reprezenta această lume obiectivă, iar astfel permit predicții asupra comportamentului ei viitor. Iar acum se pretindea că, odată ce-am coborât în lumea atomilor, o asemenea lume obiectivă în spațiu și timp nici nu exista și că simbolurile matematice ale fizicii teoretice reprezintă doar posibilul, nu factualul. Einstein nu accepta să i se ia pământul de sub picioare — căci asta simțea el. Nici mai târziu, spre sfârșitul vieții sale, când teoria cuantică devenise de mult o parte importantă și acceptată a fizicii, Einstein nu și-a putut schimba punctul de vedere. Era dispus să accepte teoria cuantică, dar numai ca o clarificare pasageră, nu definitivă, a fenomenelor atomice. „Dumnezeu nu dă cu zarul", era o afirmație fundamentală și de nezdruncinat pentru Einstein, pe care nu accepta s-o pună la îndoială. La aceasta Bohr nu putea răspunde decât: „Dar nu-i putem noi dicta lui Dumnezeu cum să guverneze lumea."

7

PRIME DISCUȚII DESPRE RELAȚIA ȘTIINȚELOR NATURII CU RELIGIA (1927)

Într-una din serile petrecute împreună la hotelul din Bruxelles cu ocazia Conferinței Solvay, câțiva dintre participanții mai tineri la congres, printre care Wolfgang Pauli și cu mine, stăteam de vorbă. Ceva mai târziu ni s-a alăturat și Paul Dirac. Cineva pusese întrebarea: „Einstein vorbește atâta despre bunul Dumnezeu, ce vrea să însemne asta? De fapt, nu ne putem închipui că un om de știință ca Einstein e puternic legat de o tradiție religioasă." „Einstein poate nu, dar Max Planck da", a răspuns cineva. „Unele afirmații ale lui Planck despre relația dintre științele naturii și Dumnezeu susțin punctul de vedere că nu există o contradicție între cele două, ci dimpotrivă, că religia și științele naturii sunt compatibile." Am fost întrebat ce știu despre părerile lui Planck în acest domeniu și ce cred despre ele. Vorbisem până atunci doar de câteva ori cu Planck, mai mult despre fizică decât despre probleme generale, dar cunoșteam câțiva prieteni buni ai lui Planck care îmi povestiseră multe despre el; credeam de aceea că îmi pot face o imagine despre concepțiile sale.

Răspunsul meu va fi sunat în felul următor: „Presupun că pentru Planck religia și știința sunt compatibile fiindcă, din punctul său de vedere, ele se referă la domenii diferite ale realității. Științele naturii se ocupă cu lumea materială obiectivă. Ele ne obligă să facem afirmații corecte despre această lume obiectivă și să înțelegem conexiunile. Religia însă ține de lumea valorilor. Aici se vorbește despre ceea ce ar trebui să fie, despre ce trebuie să facem, nu despre

ceea ce este. În științele naturii e vorba despre adevărat sau fals, în religie despre bine sau rău, despre valoare sau lipsă de valoare. Științele naturii sunt temelia activităților tehnice îndreptate spre un scop anume, religia este temelia eticii. Conflictul dintre cele două domenii, început în secolul al XVIII-lea, pare așadar să-și aibă originea în neînțelegerea ce apare atunci când imaginile și parabolele religiei sunt interpretate ca afirmații științifice, ceea ce este evident lipsit de sens. În această accepțiune, pe care o cunosc bine din casa părintească, cele două domenii sunt puse în legătură, separat, cu partea obiectivă și cu partea subiectivă a lumii. Științele naturii sunt, într-un anume sens, modul în care ne raportăm la aspectul obiectiv al realității, cum intrăm în dialog cu acesta. Pe de altă parte, credința religioasă este expresia unei decizii subiective, cu ajutorul căreia ne stabilim valorile conform cărora ne călăuzim acțiunile în viață. De obicei, luăm această decizie în acord cu o comunitate căreia îi aparținem, fie că e vorba de familia, poporul sau cultura în care trăim. Decizia este influențată în mod esențial de educație și de mediu. Dar, în cele din urmă, ea este subiectivă și de aceea nu poate fi supusă criteriilor «adevărat» sau «fals». Max Planck, dacă înțeleg eu bine, s-a folosit de această libertate și a ales tradiția creștină. Gândirea și acțiunile sale, chiar și cele legate de relațiile interumane, se desfășoară fără nici o rezervă în cadrul acestei tradiții și nimeni nu va putea să nu-l respecte din acest motiv. Astfel, la Planck, cele două aspecte ale lumii, cel obiectiv și cel subiectiv, apar clar separate, dar trebuie să recunosc că nu mă mulțumește această separare. Mă îndoiesc că oamenii și comunitățile lor pot trăi timp îndelungat cu această ruptură acută între cunoaștere și credință."

Wolfgang îmi împărtășea îngrijorarea: „Nu", spuse el, „e aproape sigur că nu poate fi bine. În vremea când au apărut religiile, întreaga cunoaștere aflată la dispoziția unei comunități umane era în armonie și cu forma spirituală al cărei cel mai important conținut îl constituiau

valorile și ideile religioase ale comunității. Cerința era ca această formă spirituală să fie intelegibilă într-un fel oarecare și celui mai umil membru al comunității, chiar și atunci când pildele și imaginile nu-i dădeau decât un sentiment vag despre ce anume era de înțeles din valorile și ideile transmise. Omul simplu trebuie să aibă convingerea că forma spirituală a întregii cunoașteri a comunității este suficientă pentru a-și călăuzi deciziile propriei vieți după valorile ei. Fiindcă a crede nu înseamnă pentru el «a-considera-că-este-adevărat», ci «a te încredința călăuzirii conform acestor valori». De aceea apar mari primejdii când cunoașterea nouă, acumulată de-a lungul istoriei, amenință să distrugă vechea formă spirituală. Separarea completă a științei de credință este, evident, numai un fel de ajutor la ananghie pentru foarte scurt timp. De pildă, în cultura occidentală s-ar putea ajunge într-un viitor nu prea îndepărtat la un moment în care parabolele și imaginile religiei tradiționale să-și piardă puterea de convingere. Mă tem că, în acel moment, pentru oamenii simpli etica de până acum se va prăbuși în cel mai scurt timp și se vor petrece lucruri atât de înspăimântătoare, încât deocamdată nici nu ni le putem închipui. Așadar, cu filozofia lui Planck nu am ce să fac, chiar dacă privită din punct de vedere logic este corectă și cu toate că respect atitudinea umană care se naște din ea. Poziția lui Einstein îmi este mai apropiată. Bunul Dumnezeu, la care se referă el atât de des, are într-un anume fel o legătură cu legile neschimbătoare ale naturii. Einstein simte ordinea fundamentală a lucrurilor. El simte această ordine în simplitatea legilor naturii. Putem presupune că a simțit nemijlocit și puternic această simplitate când a descoperit teoria relativității. Fără îndoială, de aici și până la conținuturile religiei mai este un drum lung. Einstein nu pare a fi legat de o tradiție religioasă anume și eu aș crede că reprezentarea unui Dumnezeu personal îi este complet străină. Cu toate acestea, pentru el nu există o separare între știință și religie. Pentru el, ordinea fundamentală aparține atât domeniului subiectiv, cât și celui

obiectiv, iar această poziție mi se pare a fi un punct de pornire mai bun."

„Un punct de pornire pentru ce?", am întrebat eu. „Dacă poziția față de marea conexiune, ca să spun așa, este privită doar ca o problemă strict personală, atunci putem desigur înțelege foarte bine poziția lui Einstein, dar în acest caz dintr-o asemenea poziție nu decurge nimic."

Wolfgang : „Poate că decurge totuși ceva. Dezvoltarea științelor naturii în ultimele două secole a schimbat fără îndoială complet modul de a gândi al oamenilor, chiar și în afara limitelor culturii creștine. Așadar, nu e chiar lipsit de importanță ce gândesc fizicienii. Și tocmai îngustimea acestui ideal al unei lumi obiective ce se desfășoară în spațiu și timp conform legii cauzale a fost cea care a generat conflictul cu forma spirituală a diferitelor religii. Dar dacă științele naturii însele sparg cadrul îngust al acestui ideal — iar ele au făcut acest lucru cu teoria relativității și este probabil că o vor face în și mai mare măsură cu teoria cuantică, despre care discutăm acum atât de aprins —, atunci relația dintre științele naturii și conținutul pe care religiile încearcă să-l cuprindă în formele lor spirituale va arăta din nou altfel. Prin noile conexiuni pe care le-am descoperit în științele naturii în ultimii treizeci de ani poate că am căpătat o perspectivă mai largă. Conceptul de complementaritate, de pildă, pe care Niels Bohr îl aduce acum în prim-plan în interpretarea teoriei cuantice, nu era necunoscut științelor umaniste și filozofiei, chiar dacă nu fusese atât de pregnant formulat. Faptul că acest concept apare acum în științele exacte ale naturii reprezintă însă o schimbare hotărâtoare, deoarece doar cu ajutorul lui putem face inteligibil faptul că reprezentarea unui obiect material care să fie complet independent de modul în care e observat este doar o extrapolare abstractă, căreia nu îi corespunde nimic real. În filozofia asiatică și în religiile de acolo există reprezentarea complementară a unui subiect cunoscător pur, care nu se mai referă la nici un obiect. Și această reprezentare se va dovedi o extrapolare abstractă, căreia nu îi

corespunde nici o realitate sufletească sau spirituală. Când vom medita în viitor asupra marilor conexiuni, vom fi siliți să adoptăm o poziție de mijloc — de pildă cea indicată de complementaritatea lui Bohr. O știință care și-a însușit acest mod de a gândi va fi nu doar mai tolerantă față de diversele forme ale religiei, ci și, poate, va contribui la lumea valorilor, pentru că are o mai bună privire asupra întregului."

Între timp ni se alăturase Paul Dirac[1], care pe atunci — la nici 25 de ani — nu avea prea multă înțelegere pentru toleranță. „Nu știu de ce trebuie să vorbim aici despre religie", interveni el. „Dacă suntem cinstiți — și așa trebuie să fim, ca oameni de știință, înainte de toate —, trebuie să recunoaștem că în cadrul religiei sunt exprimate tot felul de aserțiuni false, pentru care nu există în realitate nici un fel de argumente. Chiar și conceptul de «Dumnezeu» este un produs al fanteziei umane. Se poate înțelege că popoarele primitive, care erau supuse forțelor extreme ale naturii mai mult decât suntem noi astăzi, au personificat aceste forțe din frică, și astfel au ajuns la conceptul de «dumnezeire». Dar în lumea noastră, în care putem pricepe conexiunile din natură, nu mai avem nevoie de asemenea închipuiri. Nu înțeleg de ce luarea în considerare a existenței unui Dumnezeu atotputernic ne-ar putea ajuta în vreun fel oarecare în continuare. În schimb, pot vedea cum această poziție conduce la formularea unor întrebări lipsite de sens, de pildă întrebarea de ce Dumnezeu permite atâta nefericire și nedreptate în lumea noastră, asuprirea celor săraci de către cei bogați și toate celelalte lucruri înspăimântătoare pe care le-ar putea împiedica. Dacă religia mai este predată în vremea noastră, acest lucru, evident, nu se explică prin faptul că asemenea

[1] Paul Adrien Maurice Dirac (1902–1984), fizician teoretician britanic, unul dintre fondatorii mecanicii cuantice. Pentru tratarea relativistă a mișcării electronului a formulat ecuația care îi poartă numele, pe baza căreia a prezis existența antimateriei. Premiul Nobel pentru fizică (1933). (*N. t.*)

reprezentări ne-ar mai putea convinge, ci prin dorința de a îmblânzi poporul, oamenii simpli. Sunt mai ușor de condus oameni calmi decât oameni agitați și nemulțumiți. Sunt și mai ușor de folosit sau de exploatat. Religia este un fel de opiu care e administrat poporului pentru a-l legăna cu visele dorite și a-l consola astfel pentru nedreptățile pe care trebuie să le îndure. De aceea ia naștere atât de ușor legătura dintre cele două mari puteri politice, statul și biserica. Amândouă au nevoie să creeze iluzia că un Dumnezeu bun — dacă nu pe Pământ, cel puțin în Cer — îi recompensează pe cei care nu se împotrivesc nedreptății și își îndeplinesc liniștiți și răbdători datoria. A spune în mod cinstit că acest Dumnezeu nu este decât produsul fanteziei omenești trebuie să fie desigur considerat păcatul cel mai mare."

„Cu această poziție condamni religia din perspectiva abuzului politic săvârșit în numele ei", am replicat eu, „și cum se poate abuza aproape de orice pe lumea asta — desigur, și de ideologia comunistă despre care ai vorbit —, o judecată ca a ta nu e îndreptățită. În ultimă instanță, vor exista întotdeauna comunități umane, iar o astfel de comunitate trebuie să găsească un limbaj comun cu ajutorul căruia să poată vorbi despre moarte, despre viață și despre conexiunile majore în cadrul cărora se desfășoară viața acelei comunități. Formele spirituale cristalizate de-a lungul istoriei în căutarea unui limbaj comun trebuie să aibă fără îndoială o mare putere de convingere, dacă atât de mulți oameni, în cursul atâtor secole, și-au orientat viața în funcție de aceste forme. Religia nu poate fi eliminată atât de simplu. Dar poate că pentru tine are mai multă putere de convingere altă religie, cum ar fi vechea religie chineză, decât una în care apare reprezentarea unui Dumnezeu personal."

„Nu mă pot împăca nicicum cu miturile religioase", răspunse Paul Dirac, „cu atât mai mult cu cât miturile diferitelor religii se contrazic. Este doar o pură întâmplare că m-am născut aici, în Europa, și nu în Asia, iar de această

întâmplare nu poate depinde ce e adevărat și ce nu, așadar nici ce trebuie eu să cred. Doar nu pot crede decât ce e adevărat. Pot decide pur rațional felul în care trebuie să mă comport din faptul că trăiesc într-o comunitate împreună cu alții, cărora trebuie să le acord aceleași drepturi ca acelea pe care le revendic pentru mine. Trebuie deci să mă străduiesc să se ajungă la un echilibru corect al intereselor, de mai mult nu e nevoie; iar toate discuțiile despre voința lui Dumnezeu, despre păcat și pocăință, despre o viață de apoi, în conformitate cu care trebuie să-ne orientăm comportamentul, nu servesc decât la eludarea realității dure și crude. Credința în existența unui Dumnezeu favorizează și ideea că este «voința lui Dumnezeu» să ne supunem unei puteri mai înalte și astfel să se perpetueze structurile sociale care poate că în trecut erau firești, dar nu mai sunt conforme cu lumea de astăzi. Chiar și discuția despre o mare conexiune și altele asemenea îmi repugnă. În fond, în viață este ca în știință: suntem puși în fața unor greutăți și trebuie să încercăm să le rezolvăm. Și nu putem rezolva decât o problemă o dată, niciodată mai multe simultan; a vorbi despre conexiuni este așadar doar o reconstrucție mentală ulterioară."

O vreme, discuția continuă în felul acesta încoace și încolo și ne miram că Wolfgang nu mai participa la ea. Doar asculta, uneori cu o expresie nemulțumită, alteori surâzând malițios, dar nu spunea nimic. La un moment dat, fu întrebat ce gândește. Ridică privirea aproape mirat și spuse: „Da, da, prietenul nostru Dirac are o religie, iar afirmația fundamentală a acestei religii sună așa: «Nu există Dumnezeu și Dirac este profetul lui.»" Am râs cu toții, și Dirac împreună cu noi, iar astfel luă sfârșit discuția noastră de seară din holul hotelului.

După un timp — trebuie să fi fost la Copenhaga — i-am vorbit lui Niels despre acea discuție. Niels i-a luat imediat apărarea celui mai tânăr membru al cercului nostru. „Eu găsesc minunat", spuse el, „că Paul Dirac nu face compromisuri în privința lucrurilor care pot fi exprimate

clar în limbajul logic. Ceea ce poate fi spus, este el de părere, poate fi spus și în mod clar și — ca să vorbim ca Wittgenstein — despre ceea ce nu putem vorbi trebuie să tăcem. Când Dirac îmi prezintă o lucrare nouă, manuscrisul este atât de clar și lipsit de corecturi, încât e o bucurie estetică și numai să-l privești; iar dacă îi propui totuși să schimbe vreo formulare, e profund nefericit și de cele mai multe ori nu schimbă nimic. Lucrarea este oricum absolut excepțională. Deunăzi am fost cu Dirac la o mică expoziție de pictură unde se afla un peisaj italian al lui Manet reprezentând o scenă marină în minunate tonuri de gri-bleu. În prim-plan se vedea o barcă, iar alături, în apă, un punct cenușiu închis, al cărui rost nu era ușor de înțeles. Dirac mi-a spus: «Acest punct e inacceptabil.» Sigur, e un mod ciudat de a comenta o operă de artă. Dar probabil are dreptate. Într-o operă de artă de bună calitate, ca și într-o lucrare științifică de bună calitate, fiecare amănunt trebuie bine precizat și nimic nu trebuie lăsat la voia întâmplării.

Totuși, despre religie nu putem vorbi în felul ăsta. Sunt de acord cu Dirac, reprezentarea unui Dumnezeu personal îmi este străină. Dar înainte de toate trebuie să ne fie clar că limba e folosită în cu totul alt mod în religie decât în știință. Limba religiei este mai aproape de limba poeziei decât de limba științei. Suntem înclinați să gândim că știința se ocupă de informații despre fapte obiective, iar poezia de trezirea unor sentimente subiective. Cum și religia vrea să vorbească despre adevărul obiectiv, ar trebui supusă criteriilor de adevăr din știință. Dar mie mi se pare că această împărțire în latura obiectivă și latura subiectivă a lumii e mult prea drastică. Dacă religiile tuturor timpurilor vorbesc în imagini, pilde și paradoxuri, atunci acest lucru nu poate însemna decât că nu există alte posibilități de a reprezenta realitățile despre care e vorba. Dar asta nu înseamnă că nu e o realitate autentică. Prin ruptura acestei realități într-o latură obiectivă și una subiectivă nu putem ajunge prea departe.

Din această cauză, ce am învățat din dezvoltarea fizicii în ultimele decenii — și anume cât de problematice sunt conceptele de «obiectiv» și «subiectiv» — reprezintă pentru mine o eliberare a modului nostru de a gândi. Începutul l-a făcut teoria relativității. Înainte, afirmația că două evenimente sunt simultane era considerată o constatare obiectivă, care poate fi comunicată neunivoc prin limbaj și astfel poate fi supusă controlului oricărui observator. Astăzi știm că noțiunea de «simultaneitate» conține un element subiectiv, în sensul că două evenimente care trebuie considerate simultane de către un observator în stare de repaus nu mai sunt în mod necesar simultane pentru un observator în mișcare. Descrierea relativistă este totuși obiectivă în sensul că fiecare observator poate afla prin calcul ce va observa sau a observat celălalt observator. În orice caz, fizica s-a îndepărtat mai mult de idealul unei descrieri obiective în sensul vechii fizici clasice.

În mecanica cuantică îndepărtarea de acest ideal e și mai radicală. Ce putem comunica printr-un limbaj obiectivant în sensul fizicii clasice sunt numai afirmații despre factualitate. De pildă: aici placa fotografică este înnegrită, sau: aici s-au format picături de ceață. Despre atomi nu se vorbește în aceste cazuri. Dar concluziile care pot fi trase pentru viitor din asemenea afirmații depind de modul de a pune întrebările experimental, ceea ce experimentatorul poate decide liber. Desigur, și în aceste cazuri este indiferent dacă experimentatorul este un om, un animal sau un aparat. Dar nu putem prezice evenimentele viitoare fără a ne referi la observator sau la mijlocul de observare. În acest sens fiecare fapt conține, din punctul de vedere al științelor naturii de astăzi, trăsături obiective și trăsături subiective. Așa cum știm astăzi, lumea obiectivă a științelor naturii din secolul trecut era un concept-limită ideal, dar nu realitatea. Și în viitor va fi necesar ca la fiecare confruntare cu realitatea să se facă deosebirea între partea obiectivă și partea subiectivă, să se tragă o linie de demarcație între cele două părți. Dar poziția acestei

linii de demarcație poate depinde de modul de observație și poate fi aleasă până la un anumit grad în mod aleatoriu. De aceea mi se pare întru totul de înțeles că despre conținutul religiilor nu se poate vorbi într-un limbaj obiectivant. Astfel, faptul că religii diferite încearcă să exprime acest conținut în forme spirituale foarte diferite nu reprezintă un argument împotriva nucleului adevărat al religiei. Poate că ar trebui să ne reprezentăm aceste forme diferite ca moduri de descriere complementare, care, deși se exclud reciproc, nu pot transmite decât în completitudinea lor senzația bogăției conținutului ce se naște din relația omului cu marea conexiune."

Am continuat discuția întrebând: „Dacă deosebești atât de categoric limbajul religiei de cel al științei și de cel al artei, atunci ce înseamnă propozițiile atât de des enunțate apodictic, ca: «există un Dumnezeu viu» sau «există un suflet nemuritor»? Ce înseamnă cuvântul «există» în acest limbaj? Știm că critica formulată de știință — și critica lui Dirac — se îndreaptă tocmai împotriva unor astfel de formulări. Am să te rog să fii de acord cu următoarea comparație, pentru a putea privi mai întâi aspectul epistemologic al problemei:

După cum știm, în matematică facem calcule cu mărimea imaginară reprezentând rădăcina pătrată a lui –1, pentru care introducem notația *i*. Știm că numărul *i* nu există printre numerele reale. Cu toate acestea, ramuri importante ale matematicii, cum ar fi întreaga teorie analitică a funcțiilor, se bazează pe introducerea acestei mărimi imaginare, ceea ce înseamnă că $\sqrt{-1}$ totuși există. Ai fi de acord cu afirmația mea că propoziția «există $\sqrt{-1}$» nu înseamnă altceva decât «există conexiuni matematice importante care pot fi reprezentate cel mai simplu prin introducerea noțiunii de $\sqrt{-1}$»? Conexiunile sunt însă prezente și fără a introduce această noțiune. De aceea putem aplica practic foarte bine acest gen de matematică în științele naturii și în tehnică. În teoria funcțiilor, de pildă, relevant este faptul că există legități matematice

importante care se referă la perechi de variabile continue. Aceste legături sunt mai ușor de înțeles dacă este construită noțiunea abstractă $\sqrt{-1}$, deși nu e fundamental necesară pentru înțelegere și deși nu există o corelație între această noțiune abstractă și numerele reale. O altă noțiune abstractă este cea de infinit, care joacă și ea un rol important în matematica modernă, deși nu îi corespunde nimic și deși prin introducerea ei ajungem uneori la mari dificultăți. Așadar, în matematică ajungem să ne situăm pe o treaptă tot mai înaltă de abstractizare, câștigând în schimb înțelegerea unitară a unor domenii mai largi. Pentru a ne întoarce la întrebarea noastră de la început, am putea oare să interpretăm cuvântul «există» în religie ca fiind înălțarea pe o treaptă superioară de abstractizare? Această înălțare trebuie privită atunci ca o posibilitate de a înțelege mai ușor conexiunile din lume, și nimic mai mult. Aceste conexiuni sunt însă întotdeauna reale, indiferent de formele spirituale cu care încercăm să le cuprindem."

„În măsura în care ne referim la aspectul epistemologic al problemei, această comparație e acceptabilă", răspunse Bohr. „Dar din alt punct de vedere e insuficientă. În matematică ne putem distanța interior de conținutul afirmațiilor. În cele din urmă, acolo rămânem la nivelul unui joc al gândurilor, la care putem participa sau din care ne putem exclude. În religie însă e vorba despre noi înșine, despre viața și moartea noastră, acolo afirmațiile credinței sunt temeiul acțiunilor noastre și astfel, cel puțin în mod indirect, sunt temeiul existenței noastre. Nu le putem așadar privi din afară, fără participare. De asemenea, felul în care ne raportăm la problemele religioase nu poate fi separat de poziția noastră în comunitatea umană. Dacă religia a fost creată ca structură spirituală a unei comunități umane, atunci nu e limpede dacă, în decursul istoriei, religia trebuie privită ca fiind forța cea mai mare de a făuri o comunitate umană sau comunitatea deja existentă își dezvoltă și își formează continuu structura

spirituală și o adaptează mereu cunoașterii ei. În zilele noastre, o persoană pare să poată alege în mare măsură liber în ce structură spirituală vrea să se insereze, iar această libertate oglindește faptul că hotarele dintre diferitele culturi și comunități umane își pierd rigiditatea și încep să devină mai fluide. Dar chiar dacă o persoană se străduiește să atingă cel mai mare grad de independență, ea va fi silită să preia, conștient sau nu, o mare parte din structurile spirituale deja existente. Pentru că ea trebuie să poată vorbi cu membrii comunității în care s-a hotărât să trăiască despre viață, despre moarte și despre toate conexiunile majore; ea trebuie să-și educe copiii conform reprezentărilor fundamentale ale acelei comunități, trebuie să se insereze în întreaga viață a comunității. De aceea, în acest caz nu ne ajută la nimic rafinamentele epistemologice. Trebuie să ne fie clar că există o relație de complementaritate între reflectarea critică a conținuturilor de credință ale unei religii pe de-o parte și, pe de altă parte, un mod de a acționa întemeiat pe opțiunea pentru structura spirituală a acelei religii. Din faptul de a fi luat în mod conștient această hotărâre se naște pentru fiecare persoană o forță care o călăuzește în acțiunile sale, o ajută să depășească nesiguranța și, atunci când suferă, îi oferă consolarea pe care ți-o dă sentimentul de a fi apărat și la adăpost, ca parte din marea conexiune. În acest fel, religia participă la armonizarea vieții în comunitate, iar una dintre misiunile ei cele mai importante este să amintească mereu de această mare conexiune, în limbajul ei, al imaginilor și pildelor."

„Te referi de multe ori la liberul-arbitru al persoanei", am continuat eu, „și, când vorbim de fizică atomică, îl pui în analogie cu libertatea observatorului de a efectua experimentul așa sau altminteri. În fizica dinainte nu ar fi fost loc pentru o asemenea comparație. Dar poți pune și mai direct în legătură caracteristicile deosebite ale fizicii de azi cu problema libertății voinței? Știi doar că determinismul incomplet din fizica atomică este folosit uneori

ca argument pentru a spune că acum este din nou loc pentru liberul-arbitru al persoanei și pentru intervenția divină."

Bohr: „Sunt convins că aici e vorba pur și simplu de o neînțelegere. Nu este permis ca întrebări diferite, care țin, după convingerea mea, de moduri complementare de a vedea lucrurile, să fie amestecate între ele. Când vorbim de liberul-arbitru, ne referim la situația în care avem de luat decizii. Această situație se află într-un raport de excluziune cu situația în care analizăm motivele acțiunilor noastre sau cu cea în care studiem procesele fiziologice, de pildă cele electrochimice din creier. Aici e vorba așadar de situații tipic complementare, și de aceea întrebarea dacă legile naturii determină complet sau numai statistic ce se întâmplă nu e direct legată de întrebarea despre liberul-arbitru. Fără îndoială că trebuie să existe o potrivire între diferitele moduri de a privi lucrurile, adică ele trebuie să poată fi recunoscute ca reprezentând necontradictoriu aceeași realitate; dar nu știm deocamdată cum se întâmplă asta. Când în cele din urmă ne referim la intervenția divină, este evident că nu e vorba despre determinarea științifică a unui eveniment, ci despre legătura de sensuri dintre acel eveniment cu altele sau cu modul de a gândi al omului. Și această legătură de sensuri face parte din realitate, tot atât de mult ca determinarea științifică, și ar fi fără îndoială o simplificare mult prea grosolană s-o atribuim exclusiv părții subiective a realității. Dar și în acest caz putem afla câte ceva din situații asemănătoare întâlnite în științele naturii. Se știe că există conexiuni biologice pe care le descriem, în conformitate cu caracteristicile lor, în mod finalist, adică în funcție de scopul lor, și nu cauzal. Ne putem gândi de pildă la procesele de însănătoșire după leziunile suferite de un organism. Interpretarea finalistă se află într-o relație tipic complementară cu descrierea procesului de însănătoșire conform legilor fizico-chimice sau atomice cunoscute; ceea ce înseamnă că într-un caz întrebarea pe care o punem

este dacă procesul conduce la scopul dorit, adică refacerea legăturilor normale în organism, iar în celălalt caz întrebarea este legată de desfășurarea cauzală a proceselor moleculare. Cele două moduri de descriere se exclud reciproc, dar nu sunt neapărat contradictorii. Avem toate motivele să presupunem că, la o verificare a legilor mecanicii cuantice într-un organism viu, ele ar fi la fel de bine confirmate ca și în cazul materiei neînsuflețite. Dar descrierea finalistă este și ea corectă. Cred că dezvoltarea fizicii atomice ne-a învățat pur și simplu că trebuie să gândim mai subtil decât până acum."

„Ne întoarcem mereu cu prea multă ușurință la aspectul epistemologic al religiei", am răspuns eu. „Dar pledoaria lui Dirac împotriva religiei se referea de fapt la aspectul ei etic. Dirac voia înainte de toate să critice necinstea sau autoiluzionarea, care prea adesea sunt legate de gândirea religioasă și pe care le găsește, pe drept, insuportabile. Dar, pe această cale, a devenit un fanatic al raționalismului, iar eu am impresia că raționalismul nu poate fi suficient în acest caz."

„Cred că a fost foarte bine", spuse Niels, „că Dirac a subliniat atât de hotărât pericolul autoiluzionării și al contradicțiilor interne; dar cred de asemenea că a fost apoi nevoie urgent ca Wolfgang, prin observația lui glumeață, să-i atragă atenția cât de greu de evitat este acest pericol." Niels a încheiat discuția cu una din acele povestiri pe care îi plăcea să le spună în asemenea ocazii: „În apropierea casei noastre de vacanță din Tisvilde locuiește un bărbat care a agățat deasupra ușii de la intrarea casei lui o potcoavă, potcoavă ce i-ar aduce noroc, conform unei vechi superstiții populare. Când un cunoscut îl întrebă: «Dar ești chiar atât de superstițios?», el răspunse: «Sigur că nu; dar se spune că ajută chiar dacă nu crezi în această superstiție.»"

8

FIZICA ATOMICĂ ȘI GÂNDIREA PRAGMATICĂ (1929)

Pentru noi, tinerii care am lucrat la dezvoltarea teoriei atomice, cei cinci ani care au urmat Conferinței Solvay de la Bruxelles ne-au apărut într-o asemenea lumină strălucitoare, încât de multe ori am spus despre acești ani că au reprezentat „epoca de aur a fizicii atomice". Marile dificultăți care ne solicitaseră toate forțele în anii dinainte fuseseră învinse. Porțile către noul domeniu al mecanicii cuantice a învelișului atomic se deschiseseră larg; iar celui care voia să lucreze în acest domeniu și să culeagă din fructele grădinii i se ofereau nenumărate probleme care, deși înainte păreau fără soluție, puteau fi acum tratate și rezolvate cu noile metode. În multe locuri unde, înainte vreme, reguli pur empirice, reprezentări imprecise sau vagi bănuieli trebuiau să țină locul înțelegerii reale — cum ar fi în fizica corpului solid, în feromagnetism, în domeniul legăturilor chimice — se putea ajunge acum, cu ajutorul noilor metode, la o claritate desăvârșită. La aceasta se adăuga sentimentul că noua fizică e superioară celei vechi și din perspectivă filozofică, că este — într-un mod care rămânea de precizat — mai cuprinzătoare și mai generoasă.

În toamna anului 1927, când am primit oferte pentru un post de profesor la universitățile din Leipzig și din Zürich, m-am decis pentru Leipzig, unde mă atrăgea ideea de a lucra alături de excelentul fizician experimentator Peter Debye[1]. Deși în primul meu seminar despre teoria

[1] Peter Debye (1884–1966), fizician olandez. A studiat cu Arnold Sommerfeld. Contribuții importante în fizica solidului și în fizica moleculei. În 1936 a primit Premiul Nobel pentru chimie. (*N. t.*)

atomică am avut un singur student, eram convins că în cele din urmă voi reuși să atrag mulți tineri spre studiul fizicii atomice.

Mă înțelesesem cu Universitatea din Leipzig ca, înainte de a prelua responsabilitatea integrală a postului meu, să pot întreprinde o călătorie de un an în Statele Unite pentru a ține acolo prelegeri despre mecanica cuantică. Așa se face că, în februarie 1929, pe un frig tăios, m-am suit la Bremerhaven pe vaporul care urma să mă ducă la New York. Chiar de la început, la ieșirea vaporului din port, călătoria a fost dificilă: ieșirea din port a durat două zile, pentru că trecerea spre mare era blocată de banchize de gheață, iar pe drum am înfruntat cele mai grele furtuni pe care mi-a fost dat să le trăiesc în vreo călătorie. Abia după cincisprezece zile de călătorie pe o mare destul de neprietenoasă am văzut la orizont coasta din Long Island și, în fine, în lumina asfințitului, celebra „linie a cerului" — *skyline* — a orașului New York.

Lumea Nouă m-a atras în mirajul ei aproape din prima zi. Activitatea liberă, fără griji, a tinerilor, modul lor simplu de a fi ospitalieri și de a-ți veni în ajutor, toate acestea mi-au produs o senzație de ușurare. Interesul pentru teoria cea nouă a atomului era mare. Am avut prilejul, cu ocazia conferințelor, să vizitez diverse universități și în felul acesta să cunosc destul de bine țara, în cele mai diverse aspecte ale ei. În locurile unde stăteam mai multă vreme relațiile dintre oameni deveneau mai relaxate și depășeau nivelul unor partide de tenis, al unor croaziere cu iahtul. Uneori aveam chiar prilejul să discutăm în profunzime despre noile descoperiri din domeniul nostru științific. Îmi amintesc în mod special de o discuție cu un partener de tenis, pe nume Barton, tânăr fizician experimentator din Chicago, care mă invitase odată la o partidă de pescuit în zona mai puțin cunoscută a lacurilor din nordul țării.

A venit vorba despre o observație pe care o făcusem cu ocazia diferitelor mele conferințe în America — și care era expresia uimirii mele. În timp ce în Europa aspectele

abstracte ale noii teorii a atomului, dualismul undă-particulă, caracterul exclusiv statistic al legilor naturii generau de regulă discuții aprinse care duceau uneori la refuzul noului mod de gândire, în America cei mai mulți fizicieni erau dispuși să accepte fără rețineri noile puncte de vedere. Lor părea să nu le fie greu să-și schimbe modul de a gândi. L-am întrebat pe Barton cum își explică această diferență și am primit în linii mari următorul răspuns:

„Voi europenii, și în special voi germanii, aveți o atitudine principială față de noile idei. Noi vedem lucrurile mult mai simplu. Înainte, fizica newtoniană era o descriere suficient de exactă a fenomenelor observate. Mai târziu, au fost cunoscute fenomenele electromagnetice și s-a constatat că mecanica lui Newton nu e suficientă pentru a le descrie, dar că ecuațiile lui Maxwell reprezintă o descriere adecvată a acestor fenomene. În sfârșit, studiul fenomenelor atomice a arătat că aplicarea mecanicii clasice și a electrodinamicii nu conduce la rezultate satisfăcătoare, care să coincidă cu măsurătorile efectuate. Astfel, a fost necesar ca legile sau ecuațiile anterioare să fie îmbunătățite și așa a apărut mecanica cuantică. În fond, în asemenea cazuri, fizicianul, chiar și cel teoretician, se comportă pur și simplu ca un inginer care trebuie să construiască un pod. Să presupunem că, în timp ce lucrează, observă că formulele statice folosite până atunci nu mai sunt suficiente pentru noua lui construcție. Să zicem că trebuie să introducă diverse corecții, de pildă pentru presiunea datorată vântului, pentru îmbătrânirea materialului, pentru variațiile de temperatură și altele asemănătoare, corecții pe care le poate face introducând diverse completări la formulele de până atunci. Astfel obține formule mai bune și tehnici de construcție mai sigure, iar toată lumea se va bucura de progresul făcut. Dar principial nu s-a schimbat nimic prin acest demers. Cred că așa stau lucrurile și în fizică. Poate că voi faceți greșeala să declarați că legile naturii sunt absolute și apoi vă mirați că ele trebuie corectate. Chiar și denumirea de «lege a naturii» reprezintă — cel puțin așa mi se pare

mie — o glorificare sau sanctificarea unei formulări care în fond nu poate fi decât o regulă practică în relația cu natura în domeniul respectiv. Așadar, aș spune eu în concluzie, trebuie să renunțăm complet la pretenția de absolut, iar atunci nu mai apar dificultăți."

„Așadar nu te miră deloc", am răspuns eu, „că un electron poate să se manifeste fie ca particulă, fie ca undă. Pentru tine acest lucru pare doar o lărgire, poate neașteptată în această formă, a vechii fizici."

„Ba nu, acest lucru mă intrigă și pe mine; dar văd ce se întâmplă în natură și trebuie să accept acest lucru. Dacă există ceva care arată ba ca o particulă, ba ca o undă, atunci în mod evident trebuie să construim concepte noi. Poate că ar trebui să numim asemenea apariții «undiculă» și atunci mecanica cuantică este o descriere matematică a comportării acestor «undicule»".

„Nu, acest răspuns este prea simplu pentru mine. Fiindcă nu e vorba despre o proprietate specială a electronilor, ci despre o proprietate a întregii materii și a întregii radiații. Cele două trăsături, adică cele de tip particulă și cele de tip undă, apar întotdeauna împreună, indiferent dacă ai de-a face cu electroni, cuante de lumină, molecule de benzol sau pietre, și de aceea putem observa peste tot, în mod fundamental, caracterul statistic al legilor naturii. Numai că, la scară atomică, aceste trăsături cuantice apar mult mai pregnant decât la obiectele experienței noastre zilnice."

„Bine, ați schimbat așadar întrucâtva legile newtoniene și cele maxwelliene, iar pentru observator aceste schimbări devin evidente la scară atomică, în timp ce în domeniul experienței zilnice sunt practic de neobservat. În orice caz, e vorba de îmbunătățiri mai mult sau mai puțin reale și, fără îndoială, în viitor și mecanica cuantică va fi îmbunătățită pentru a descrie corect și alte fenomene care nu sunt încă atât de bine cunoscute. Până una alta, mecanica cuantică se dovedește a fi, pentru toate experimentele la scară atomică, o rețetă practică foarte folositoare, care e clar că se verifică excelent."

Nu puteam înțelege acest mod al lui Barton de a privi lucrurile. Oricum, mă lămurisem că trebuie să mă exprim ceva mai precis pentru a mă face înțeles. Așa încât i-am răspuns mai detaliat: „Eu cred că mecanica lui Newton nu poate fi îmbunătățită în nici un fel și prin asta înțeleg următoarele: în măsura în care anumite fenomene pot fi descrise cu ajutorul conceptelor din mecanica lui Newton, și anume poziție, viteză, accelerație, masă, forță ș.a.m.d., atunci legile lui Newton sunt valabile în mod riguros, iar acest lucru nu se va schimba nici în următoarele sute de mii de ani. Formulând cu mai multă precizie, ar trebui să spun: legile lui Newton sunt valabile cu același grad de exactitate cu care fenomenele studiate pot fi descrise cu ajutorul conceptelor din mecanica lui Newton. Se știa și în fizica mai veche că acest grad de exactitate e limitat, pentru că nimeni nu a putut face măsurători cu o precizie oricât de mare. Nou la scară atomică este faptul că precizia de măsurare are o limită de principiu, și anume cea dată de relațiile de nedeterminare. Dar pentru moment nu e nevoie să discutăm despre acest lucru. E suficient să constatăm că, în interiorul limitelor date de precizia măsurătorilor, mecanica lui Newton este valabilă cu adevărat și că acest lucru va rămâne neschimbat și în viitor."

„Nu înțeleg", replică Burton. „Nu este mecanica relativistă o îmbunătățire față de mecanica newtoniană? Iar în acest caz nu e vorba despre relații de nedeterminare."

„Da, nu e vorba despre relații de nedeterminare", am încercat eu să explic în continuare, „ci despre o altă structură a spațiu-timpului și în special despre o relație între spațiu și timp. Atâta vreme cât putem vorbi despre un timp absolut, timp care e independent de poziția și de starea de mișcare a observatorului, și atâta vreme cât avem de-a face cu corpuri rigide sau practic rigide cu o anumită întindere în spațiu, vor fi valabile legile lui Newton. Dar dacă e vorba de evenimente ce au loc cu viteze foarte mari și facem măsurători foarte exacte, atunci observăm că

legile și conceptele newtoniene nu se mai potrivesc cu experiența practică. Observăm, de pildă, că ceasornicul legat de un observator aflat în mișcare pare să meargă mai încet decât cel al unui observator în stare de repaus etc., și atunci trebuie să trecem la mecanica relativistă."

„De ce nu ești atunci de acord să numești mecanica relativistă o îmbunătățire a mecanicii newtoniene?"

„Rezistența mea la cuvântul «îmbunătățire» în acest moment al discuției avea ca scop evitarea unei neînțelegeri, iar când pericolul acestei neînțelegeri va fi fost eliminat, atunci vom putea vorbi liniștiți de îmbunătățiri. Neînțelegerea de care vorbesc eu se referă la comparația ta cu îmbunătățirile pe care trebuie să le facă un inginer în aplicațiile practice ale fizicii. Ar fi complet greșit să așezi schimbările fundamentale care apar la trecerea de la mecanica newtoniană la relativitate sau la mecanica cuantică pe același nivel cu îmbunătățirile pe care le face inginerul. Pentru că, atunci când face îmbunătățirile, inginerul nu trebuie să schimbe nimic în conceptele lui de până atunci. Toate cuvintele își păstrează semnificația pe care o avuseseră și înainte, iar formulele capătă corecții pentru influențele ce fuseseră neglijate până atunci. Însă schimbări de felul acesta nu ar avea sens în mecanica newtoniană. Nu există nici un fel de experimente care să le facă necesare. În asta constă și pretenția de absolut, valabilă și acum, a fizicii newtoniene, și anume că, în domeniul ei de valabilitate, nu poate fi îmbunătățită prin mici schimbări, deoarece și-a găsit aici forma definitivă. Există însă domenii ale experienței care nu mai sunt acoperite de sistemul de concepte al mecanicii newtoniene. Pentru asemenea domenii de experiență avem nevoie de structuri conceptuale cu totul noi, iar acestea sunt oferite, de pildă, de teoria relativității și mecanica cuantică. Punctul principal pe care voiam să-l subliniez este că fizica newtoniană a ajuns la un grad de «încheiere» pe care instrumentarul fizic al inginerului nu îl atinge niciodată. Rezultatul e că nu mai pot fi făcute îmbunătățiri. Dar

trecerea de la un sistem conceptual la altul, cu totul nou, poate fi făcută astfel încât vechiul sistem să fie conținut ca un caz-limită al celui nou."

„Însă de unde se știe că un domeniu al fizicii este, în acest sens pe care tocmai l-ai descris tu, încheiat?", întrebă Barton. „Ce criterii califică domeniile drept încheiate și le deosebesc de cele care sunt încă deschise, și care domenii ale fizicii sunt, după părerea ta, încheiate (în acest sens) în fizica de până acum?"

„Cel mai important criteriu pentru un domeniu încheiat este fără îndoială prezența unui sistem axiomatic precis formulat și coerent care stabilește, odată cu conceptele, și relațiile sub formă de legi din interiorul sistemului. Cât din realitate acoperă un asemenea sistem axiomatic nu se poate stabili decât empiric, iar despre o «teorie» putem vorbi numai dacă domeniul acoperit este suficient de vast.

Dacă acest criteriu e considerat valabil, atunci aș spune că în fizica de până acum putem deosebi patru domenii încheiate: mecanica newtoniană, teoria statistică a căldurii, teoria relativității speciale împreună cu electrodinamica lui Maxwell și, în sfârșit, mecanica cuantică nou apărută. Pentru fiecare dintre aceste domenii există un sistem precis formulat de concepte și axiome, ale cărui propoziții sunt evident riguros valabile atâta vreme cât rămânem în interiorul domeniului experienței care poate fi descris cu conceptele respective. Teoria generală a relativității nu poate fi considerată deocamdată un astfel de domeniu încheiat, deoarece axiomatica ei este încă neclară și aplicarea ei la probleme cosmologice pare să permită existența mai multor soluții diferite. Așa încât trebuie s-o considerăm deocamdată o teorie deschisă în care persistă diverse neclarități."

Răspunsul nu îl mulțumi pe Barton decât pe jumătate, în schimb îi trezi dorința să afle mai multe despre motivele care conduc la această doctrină a sistemelor încheiate. „De ce ți se pare atât de important faptul că trecerea de la un domeniu la altul, bunăoară de la fizica newtoniană

la teoria cuantică, nu se petrece într-un mod continuu, ci, într-un anumit sens, face un salt? Sigur, ai dreptate, sunt introduse concepte noi, iar întrebările care se pun arată altfel în noul domeniu. Dar de ce e atât de important acest lucru? În ultimă instanță contează progresul științei, faptul că înțelegem domenii din ce în ce mai largi ale naturii. Mie mi se pare oarecum indiferent dacă acest progres se face în mod continuu sau în salturi."

„Nu, nu este deloc indiferent. Reprezentarea ta despre progresul continuu în sensul inginerului ar răpi științei noastre întreaga forță, întreaga ei tărie, și nici nu aș ști în ce sens am mai putea vorbi despre o știință exactă a naturii. Dacă am dori să facem fizică în acest sens strict pragmatic, atunci am extrage la întâmplare niște domenii parțiale, cele care la momentul respectiv sunt mai accesibile experimental, și am încerca să reprezentăm fenomenele care apar acolo cu niște formule aproximative. Dacă reprezentarea nu e suficient de exactă, nu avem decât să adăugăm niște termeni de corecție, iar în felul acesta s-o facem mai exactă. Dar nu ar mai exista nici un motiv să ne punem întrebări despre conexiunile mari și nu am avea nici o perspectivă să ne lămurim asupra conexiunilor simple care, ca să dau un exemplu, scot în evidență diferența dintre mecanica lui Newton și astronomia lui Ptolemeu. În felul acesta, s-ar pierde cel mai important criteriu de adevăr al științei noastre, și anume simplitatea care luminează în cele din urmă legile naturii. Desigur, poți răspunde că în această cerință de simplitate pentru conexiuni se ascunde o pretenție de absolut care nu poate fi în nici un fel justificată logic. De ce să fie legile naturii simple, de ce mari domenii de experiență să poată fi reprezentate simplu? Aici e cazul să vorbim despre istoria de până acum a fizicii. Trebuie să recunoști că cele patru domenii încheiate pe care le-am numit posedă toate o axiomatică foarte simplă și că prin ele se lasă reprezentate conexiuni foarte largi. Doar printr-o asemenea axiomatică este justificată cu adevărat noțiunea de «lege

a naturii», iar dacă asemenea legi ale naturii nu ar exista, atunci fără îndoială că fizica nu ar fi ajuns niciodată să aibă faima de știință exactă.

Această simplitate mai are și un alt aspect, care se referă la relația noastră cu legile naturii. Însă nu știu dacă în această privință mă pot exprima suficient de corect și inteligibil. Când rezumăm rezultatele experimentale în formule matematice, ceea ce facem de fiecare dată mai întâi în fizica teoretică, ajungând în felul acesta la o descriere fenomenologică a experiențelor, atunci avem sentimentul că am inventat singuri aceste formule, le-am inventat cu mai mult sau mai puțin succes. Când însă ajungem la acele mari conexiuni simple care sunt fixate în cele din urmă în axiomatică, lucrurile arată cu totul altfel. Atunci apare deodată în spiritul nostru o conexiune care a existat acolo dintotdeauna și fără noi, și care, în ciuda evidenței, nu fusese încă făcută de oameni. Asemenea conexiuni reprezintă fără îndoială conținutul propriu al științei noastre. Numai în măsura în care am preluat în sinele nostru existența unor asemenea conexiuni putem înțelege cu adevărat știința noastră."

Barton a rămas pe gânduri. Nu m-a contrazis, dar aveam impresia că modul meu de a gândi îi rămăsese oarecum străin.

Din fericire, sfârșitul nostru de săptămână nu consta numai din asemenea discuții dificile. Petrecusem prima noapte într-o cabană mică pe malul unui lac singuratic, în mijlocul unei regiuni de lacuri și păduri care părea nesfârșită. De dimineață ne-am dus la pescuit pe lac, călăuziți de un indian, pentru a ne completa proviziile cu prada din lac. Și într-adevăr, în locul unde ne condusese călăuza noastră, am putut prinde într-o oră opt știuci neobișnuit de mari, ceea ce a dus la o copioasă cină nu numai pentru noi, ci și pentru familia călăuzei. După un asemenea succes, a doua zi de dimineață am vrut să repetăm partida de pescuit, numai că de data aceasta fără ajutor. Condițiile meteorologice erau aproximativ la fel

ca în ziua precedentă și ne-am dus cu barca în același loc al lacului. Dar, în ciuda eforturilor noastre, în cursul întregii zile nu a vrut să tragă nici măcar un singur pește. În cele din urmă Barton reluă discuția din ziua precedentă spunând: „Probabil că lumea atomilor seamănă cu lacul și peștii de aici, din singurătate. Dacă nu ai intrat cu adevărat în intimitatea lumii atomilor, conștient sau inconștient, așa cum călăuza de aici cunoaște vremea, vântul și obiceiurile peștilor, atunci ai puține șanse să înțelegi ceva."

Spre sfârșitul șederii mele în America m-am înțeles cu Paul Dirac să ne întâlnim pentru a face împreună călătoria de întoarcere spre Europa, plănuită pe o rută ocolită. Voiam să ne întâlnim în parcul Yellowstone, pentru a ne plimba pe acolo, apoi să traversăm Oceanul Pacific spre Japonia și să ne întoarcem în Europa prin Asia. Punctul de întâlnire pe care îl alesesem era hotelul de lângă celebrul gheizer Old Faithful. Fiindcă ajunsesem la parcul Yellowstone cu o zi înainte de întâlnirea stabilită, am făcut o ascensiune de unul singur. De-abia pe drum mi-am dat seama că, spre deosebire de Alpi, munții acolo sunt foarte solitari și puțin umblați. Nu existau nici drumuri, nici poteci, nici indicatoare și nici marcaje, iar în caz de nevoie nu puteai conta pe nici un ajutor. Pierdusem mult timp la urcuș fiindcă nu găsisem drumul și mă rătăcisem, iar la coborâre obosisem atât de mult, încât am căutat un loc bun în iarbă și m-am culcat, adormind imediat. Am fost trezit de un urs care mă lingea pe față. Eram speriat și am găsit cu greu drumul înapoi la hotel.

În scrisoarea pe care i-o trimisesem lui Paul ca să stabilim întâlnirea îi spusesem că am putea face câteva drumeții la gheizerele din zonă și că ar fi interesant să le vedem în plină activitate. Când ne-am întâlnit, Paul pusese la cale cu mare migală un plan de traseu în care trecuse nu numai gheizerele pe care urma să le vedem, ci și orele lor de activitate; în plus, cu meticulozitatea lui caracteristică și cu modul lui sistematic de a lucra, Paul

găsise și o rută care ne ducea de la un gheizer la altul ajungând mereu la timp pentru a-l vedea în activitate, așa încât, în cursul unei singure după-amieze, am putut admira un mare număr de asemenea fântâni naturale.

Drumul lung peste ocean de la San Francisco, prin Hawaii, la Yokohama ne oferi prilejul unor lungi discuții despre știința noastră. Deși îmi plăcea să particip la jocurile de pe puntea vasului japonez, cum ar fi tenis de masă sau *shuffle-board*, rămâneau destule ore în care, întinși în șezlong, puteam urmări delfinii care se zbenguiau în jur sau bancurile de pești zburători speriați de vapor. Cum Paul se așeza de obicei în scaunul de lângă mine, puteam discuta pe îndelete despre ceea ce trăisem fiecare în America și despre planurile noastre de viitor în domeniul fizicii atomice. Paul era mai puțin mirat decât mine de disponibilitatea fizicienilor americani de a accepta și trăsăturile mai puțin clare ale noii fizici atomice. Și el avea desigur sentimentul că dezvoltarea științei noastre este un proces mai mult sau mai puțin continuu, în care cel mai important lucru nu era întrebarea asupra structurii conceptuale din fiecare stadiu de dezvoltare, ci întrebarea asupra metodei ce trebuia folosită pentru un progres cât mai sigur și mai rapid al acestei științe. Căci, dacă se pornește de la modul de gândire pragmatic, atunci progresul științei apare ca un proces de adaptare mereu reînnoit al gândirii noastre la domenii experimentale din ce în ce mai largi, proces care nu se încheie niciodată. De aceea nu trebuie să te preocupe atât încheierea la care ajungi la un moment dat, cât metoda însăși de adaptare.

Și Paul era ferm convins că în cele din urmă acest proces ducea la apariția unor noi legi ale naturii sau, cum îmi place mai mult să spun, la scoaterea lor la lumină. Dar din punct de vedere metodologic, singura dificultate pentru el era punctul de pornire, nu marea conexiune. Când îmi descria metoda lui, aveam impresia deseori că pentru el cercetarea în fizică era ca un traseu dificil pentru alpiniști. Singurul lucru care pare să conteze este să izbutești

să treci de următorii trei metri. Dacă acest lucru îți reușește mereu, atunci vei atinge la un moment dat vârful muntelui. A-ți reprezenta însă întregul traseu, cu toate dificultățile lui, nu duce decât la descurajare. Și, de altfel, nu recunoști porțiunile cu adevărat dificile decât în momentul când ajungi la ele. Pe mine, o asemenea comparație nu mă mulțumea deloc. Ca să rămân la această comparație, pentru mine, începutul nu putea reprezenta decât luarea unei decizii asupra întregului traseu. Deoarece convingerea mea era că doar atunci când ai găsit traseul corect puteai depăși greutățile individuale. Pentru mine, greșeala acestei comparații consta în faptul că în cazul unui perete de stâncă nu poți ști niciodată dinainte dacă ești în stare să te cațeri pe el. În schimb, în privința naturii, eram absolut convins că în cele din urmă conexiunile ei sunt simple; convingerea mea era că natura este astfel alcătuită încât să poată fi înțeleasă. Argumentul pentru această convingere fusese deja enunțat de Robert în drumeția noastră pe malul lacului Starnberg. Aceleași forțe ordonatoare sunt responsabile pentru toate formele din natură și pentru structura sufletului nostru, așadar și pentru modul nostru de a gândi.

Paul și cu mine am discutat mult despre aceste probleme metodologice și despre speranțele noastre privind dezvoltarea viitoare. Pentru a reda ceva mai pregnant modul nostru diferit de a vedea lucrurile în această privință, iată cum le-am putea formula: „Nu poți rezolva niciodată mai mult de o dificultate odată", spunea Paul, în timp ce eu credeam exact invers: „Nu poți rezolva niciodată o singură dificultate, vei fi întotdeauna nevoit să rezolvi mai multe deodată." Cu formularea lui, Paul voia să spună că pretenția de a rezolva mai multe dificultăți deodată i se părea o aroganță. Pentru că știa foarte bine cât de dură era bătălia pentru fiecare progres într-un domeniu atât de îndepărtat de experiența noastră zilnică cum este fizica atomică. Pe de altă parte, eu credeam că adevărata rezolvare a unei dificultăți presupunea

descoperirea unei noi mari conexiuni esențiale și simple. Formulând-o, celelalte dificultăți mai mici, la care nici nu te gândiseși la început, se rezolvă aproape de la sine. Ambele formulări conțineau probabil o mare parte de adevăr, și ne puteam consola în fața acestei contradicții aparente, gândindu-ne la cuvintele lui Niels Bohr pe care le auziserăm deseori: „Opusul unei afirmații adevărate este o afirmație falsă. Dar opusul unui adevăr adânc poate fi tot un adevăr adânc."

9

DISCUȚII DESPRE RELAȚIA DINTRE BIOLOGIE, FIZICĂ ȘI CHIMIE (1930–1932)

După întoarcerea din America și Japonia am revenit la Leipzig, unde eram prins într-o mulțime de îndatoriri profesionale. Trebuia să țin cursuri și seminarii, să particip la ședințele facultății și la examenele cu studenții, să modernizez Institutul de Fizică Teoretică, pe atunci încă foarte mic, și să mă ocup într-un seminar special de formarea unui grup de tineri fizicieni în domeniul fizicii atomice. Un câmp de activitate atât de vast era ceva nou și mă bucura. Dar legăturile cu cercul de la Copenhaga din jurul lui Niels Bohr deveniseră pentru mine cu timpul de neînlocuit și foloseam aproape toate vacanțele pentru a merge la Copenhaga ca să discut cu Niels și cu ceilalți prieteni despre dezvoltarea științei noastre. De altfel, multe discuții importante aveau loc nu la institutul lui Bohr, ci în casa lui de vacanță de la Tisvilde sau pe iahtul pe care Niels, împreună cu câțiva prieteni, îl ancorase în portul Copenhaga și cu care se putea călători în larg pe Marea Baltică.

Casa de vacanță se afla în partea de nord a insulei Själland, la câțiva kilometri de țărm, la marginea unei păduri întinse. O cunoșteam deja de la prima noastră drumeție făcută împreună. La plajă, unde ne duceam deseori, ajungeam prin pădure, pe drumuri nisipoase și drepte, semn că întreaga pădure fusese plantată acolo artificial, împotriva furtunilor și deplasării dunelor. Când copiii lui erau mici, Niels avea un cal și o căruță, iar eu am resimțit întotdeauna ca pe o mare onoare faptul că

mi se permitea să conduc căruța prin pădure însoțit de unul dintre copii.

Seara stăteam deseori în fața focului din sobă, a cărei funcționare însă ne dădea bătăi de cap. Când ușile de la sufragerie erau închise, soba fumega foarte tare, așa încât eram nevoiți să ținem măcar o ușă deschisă. Atunci se făcea un curent puternic și focul se întețea. Numai că aerul venit de afară răcea camera. Niels, care iubea formulările paradoxale, pretindea așadar că soba fusese construită pentru a răci camera. Cu toate acestea, încăperea în care se afla soba era foarte plăcută, și, mai ales când veneau și alți fizicieni în vizită de la Copenhaga, se încingeau aici vii discuții despre problemele care ne interesau pe toți. În mod special mi-a rămas în memorie o seară în care partenerii noștri de discuție, dacă îmi amintesc bine, erau Kramers[1] și Oskar Klein[2]. Ca de atâtea ori, gândurile și cuvintele noastre se legau de vechile discuții cu Einstein și de faptul că nu reușiserăm să-l împăcăm pe Einstein cu caracterul statistic al noii mecanici cuantice.

„Nu e ciudat", începu Oskar Klein, „că lui Einstein îi vine atât de greu să accepte rolul întâmplării în fizica atomică? Doar cunoaște teoria statistică a căldurii mai bine decât majoritatea celorlalți fizicieni și, în plus, chiar el a dat o deducere statistică a legii radiației a lui Planck. Asemenea gânduri nu îi pot fi străine. De ce se simte nevoit să respingă mecanica cuantică numai pentru că întâmplarea capătă aici o semnificație fundamentală?"

„Tocmai această semnificație fundamentală îl deranjează", am încercat eu un răspuns. „Este de la sine înțeles că nu știm, de pildă, cum se mișcă fiecare moleculă de

[1] Hendrik Anthony Kramers (1894–1952), fizician olandez. A făcut parte din grupul lui Niels Bohr. (*N. t.*)

[2] Oskar Klein (1894–1977), fizician teoretician suedez. A avansat ideea existenței unor dimensiuni suplimentare foarte strâns înfășurate în ele însele, idee ce stă la baza actualei teorii a corzilor. (*N. t.*)

apă în parte într-o cratiță cu apă. De aceea nu poate mira pe nimeni că, în astfel de cazuri, noi, fizicienii, trebuie să lucrăm statistic, așa cum o societate de asigurări pe viață face calcule statistice cu valorile speranței de viață ale mulțimii ei de asigurați. Dar, în mod fundamental, în fizica clasică era acceptat faptul că, cel puțin în principiu, mișcarea fiecărei molecule în parte poate fi urmărită și determinată conform legilor mecanicii newtoniene. Așadar, exista aparent în fiecare moment o stare obiectivă a naturii, din care putea fi dedusă starea ei la momentul următor. În mecanica cuantică însă, situația este cu totul alta. Nu putem observa fără a perturba fenomenul observat, iar efectele cuantice, interacționând cu mijloacele de observație, conduc la o nedeterminare în fenomenul observat. Cu acest fapt Einstein pur și simplu nu vrea să se împace, deși cunoaște foarte bine faptele. Părerea lui este că interpretarea noastră nu poate fi o analiză completă a fenomenelor, că de aceea în viitor vor trebui găsite elemente noi pentru a determina evenimentele, iar cu ajutorul lor să se poată apoi fixa în mod obiectiv și complet fenomenul studiat. Dar acest lucru este fără îndoială fals."

„Cu ceea ce spui", interveni Niels, „nu sunt întru totul de acord. Există într-adevăr o diferență fundamentală între situațiile care apar în vechea teorie statistică a căldurii și cele din mecanica cuantică, dar tu i-ai exagerat mult semnificația. În plus, găsesc că formulări ca «observația perturbă fenomenul» sunt inexacte și derutante. De fapt, lecția pe care am primit-o de la natură studiind evenimentele atomice este că nici nu putem folosi cuvântul «fenomen» fără a spune în același timp ce aranjament experimental sau ce mijloc de observație avem în vedere în cazul studiat. Doar când este descris un anumit aranjament experimental și când dispunem de un anume rezultat al măsurătorii se poate vorbi de un fenomen, dar nu de o perturbare a fenomenului prin observație. Este pe de altă parte adevărat că nu mai putem pune în relație atât de simplu rezultatele diferitelor observații, așa cum

era posibil în fizica dinainte. Dar nu trebuie să privim acest lucru ca fiind o perturbare a fenomenului din cauza observației, ci mai degrabă ar trebui să vorbim despre imposibilitatea de a obiectiva rezultatul măsurătorii în modul în care este posibil în fizica clasică sau în viața de toate zilele. Diferite situații experimentale — și mă refer aici la ansamblul alcătuit din aranjamentul experimental, citirea instrumentelor etc. — sunt fără îndoială complementare unele cu altele, ceea ce înseamnă că se exclud reciproc. Ele nu pot fi realizate simultan, iar rezultatele unora nu pot fi comparate în mod univoc cu rezultatele celorlalte. De aceea nici nu pot vedea o asemenea deosebire fundamentală între modul de abordare din mecanica cuantică și cel din teoria statistică a căldurii. O situație experimentală în care are loc o măsurare sau o precizare a temperaturii este și ea într-o relație de excludere cu o alta, în care pot fi determinate coordonatele și vitezele tuturor particulelor participante, întrucât conceptul de temperatură este definit chiar prin gradul de necunoaștere asupra stărilor microscopice ale sistemului, care caracterizează așa-numita distribuție canonică. Sau, pentru a mă exprima mai puțin savant: când un sistem alcătuit din multe particule se află într-un schimb permanent de energie cu mediul înconjurător sau cu un alt sistem macroscopic, atunci energia fiecărei particule și chiar cea a întregului sistem fluctuează permanent. Dar valorile medii considerate pentru multe particule și pentru intervale de timp suficient de lungi corespund foarte exact valorilor medii ale acestei distribuții normale sau «canonice». Toate acestea au fost deja stabilite de Gibbs. Iar o temperatură nu poate fi definită decât printr-un schimb de energie. De aceea, o cunoaștere exactă a temperaturii nu este compatibilă cu o cunoaștere exactă a pozițiilor și vitezelor moleculelor."

„Dar nu înseamnă acest lucru că temperatura nu e o proprietate obiectivă?", am întrebat eu. „Până acum eram obișnuiți să gândim că afirmația «ceaiul din această cană

are o temperatură de 70°» spune ceva obiectiv. Ceea ce înseamnă că oricine măsoară temperatura în cana de ceai va obține aceste 70°, indiferent de modul în care face măsurătoarea. Dacă însă noțiunea de temperatură reprezintă de fapt o afirmație despre gradul nostru de cunoaștere sau necunoaștere a mișcărilor moleculare din fluidul «ceai», atunci temperatura ar putea fi complet diferită pentru diferiți observatori, chiar dacă adevărata stare a sistemului este aceeași, pentru că diferiții observatori ar putea avea diferite grade de cunoaștere."

„Nu, nu e corect ce spui", mă întrerupse Niels. „Deja cuvântul «temperatură» se referă la o situație experimentală în care are loc un schimb de energie între ceai și termometru, oricare ar fi celelalte proprietăți ale termometrului. Așadar, un termometru este cu adevărat un termometru numai dacă în sistemul de măsurat (în cazul de față ceaiul) și în termometru mișcările moleculare corespund cu suficientă precizie distribuției «canonice». Dar în aceste condiții toate termometrele vor da același rezultat al măsurătorii și, în acest sens, temperatura este o proprietate obiectivă. Din toate astea poți vedea din nou cât de problematice sunt conceptele de «obiectiv» și «subiectiv» pe care le-am folosit atât de nechibzuit până acum."

Legat de această interpretare a temperaturii Kramers avea anumite rețineri și de aceea voia să afle mai limpede de la Niels în ce sens vorbea despre temperatura unui sistem. „Tu descrii ce se întâmplă în cana de ceai", spuse Kramers, „de parcă ai vrea să pretinzi că există un fel de relație de nedeterminare între temperatura și energia cănii de ceai. Dar nu poți privi în felul ăsta vechea fizică."

„Până la un anumit grad, da", replică Niels. „Vezi cel mai bine acest lucru dacă pui întrebări referitoare la proprietățile unui singur atom de hidrogen din ceai. Temperatura acestui atom de hidrogen, dacă putem vorbi despre așa ceva, este desigur aceeași cu cea a ceaiului, așadar în exemplul nostru 70°, deoarece schimbă permanent căldură cu celelalte molecule ale ceaiului. Energia lui însă

fluctuează tocmai din cauza acestui schimb de căldură. Nu putem afirma ceva decât despre distribuția de probabilitate a energiei. Dacă, dimpotrivă, am fi măsurat energia atomului de hidrogen și nu temperatura ceaiului, atunci din valoarea acestei energii nu am putea trage concluzii univoce despre temperatura ceaiului, ci doar am calcula distribuția de probabilitate pentru temperatură. Lărgimea relativă a acestei distribuții de probabilitate, așadar imprecizia valorilor pentru temperatură sau energie, este destul de mare la un obiect atât de mic cum este atomul de hidrogen, de aceea iese în evidență în acest caz. Pentru un obiect ceva mai mare, de pildă o cantitate mică de ceai din totalitatea ceaiului din ceașcă, lărgimea distribuției de probabilitate ar fi mult mai mică și de aceea ar putea fi neglijată."

„În vechea teorie a căldurii", continuă Kramers cu întrebările, „așa cum o predăm la curs, unui obiect îi sunt atribuite întotdeauna simultan energie și temperatură. Nu este vorba în nici un fel despre o inexactitate sau despre o relație de nedeterminare între aceste două mărimi. Cum poate fi împăcat acest fapt cu modul tău de a vedea lucrurile?"

Niels răspunse: „Această teorie veche a căldurii se află față de teoria statistică a căldurii într-un raport asemănător cu cel dintre mecanica clasică și cea cuantică. Pentru obiecte mari nu se face o greșeală semnificativă dacă se atribuie valori determinate simultan atât temperaturii cât și energiei, după cum pentru obiecte mari putem da simultan mărimi determinate poziției și impulsului lor. Dar pentru obiecte foarte mici e fals în ambele cazuri. Despre aceste obiecte mici s-a spus până acum în teoria căldurii că, deși au o energie, nu au o temperatură. Dar acest mod de a vorbi nu mi se pare unul bun, fie și doar pentru motivul că nici nu știm unde să trasăm granița dintre obiectele mici și cele mari."

Acum puteam în sfârșit înțelege de ce pentru Niels deosebirea fundamentală dintre legile statistice ale teoriei căldurii și cele ale mecanicii cuantice era mult mai puțin

importantă decât pentru Einstein. Pentru Niels, complementaritatea era o trăsătură fundamentală a descrierii naturii, care în vechea teorie statistică a căldurii era deja prezentă, mai ales în formularea dată de Gibbs, trăsătură care însă nu fusese luată îndeajuns în considerare, în timp ce pentru Einstein punctul de plecare era încă mecanica newtoniană sau teoria maxwelliană a câmpului electromagnetic, iar trăsăturilor complementare ale termodinamicii statistice nu le acordase nici o atenție.

Discuția s-a deplasat apoi spre alte utilizări ale conceptului de complementaritate, iar Niels aduse vorba despre faptul că acest concept ar putea deveni important și pentru a delimita fenomenele biologice de legitățile fizico-chimice. Dar această temă a fost discutată mult mai amănunțit într-una din plimbările noastre cu iahtul, așa încât mi se pare important să povestesc acum despre acea discuție nocturnă prelungită care a avut loc pe iaht.

Căpitanul iahtului era Bjerrum, un fizician-chimist de la Universitatea din Copenhaga care îmbina umorul aspru al unui bătrân lup de mare cu temeinice cunoștințe în domeniul navigației. Chiar de la prima mea vizită la bord personalitatea lui mi-a inspirat atâta încredere, încât aș fi fost gata să-i urmez ordinele orbește în orice situație. În afară de Niels, din echipă mai făcea parte chirurgul Chievitz, pe care îl amuza să comenteze cele ce se petreceau la bord cu observații ironice, avându-l deseori drept țintă a glumelor lui prietenoase pe căpitanul nostru. Bjerrum știa să se apere foarte bine de asemenea atacuri și era o plăcere să le asculți schimburile de replici. În afară de mine mai făceau parte din echipă încă două persoane de ale căror nume nu îmi mai amintesc.

La sfârșitul fiecărei veri, iahtul trebuia dus de la Copenhaga la Svenborg, pe insula Fyn, unde era lăsat peste iarnă pentru lucrările de întreținere. Nici în condiții de vreme prielnice drumul la Svenborg nu putea fi făcut într-o singură zi, așa încât ne pregătirăm pentru o călătorie de mai multe zile. Am plecat din Copenhaga în

zorii zilei, pe vreme bună, cu vânt răcoros din nord-vest și cu cer senin. Curând am trecut de capătul sudic al insulei Amager și apoi prin golful Kjöge înspre sud-vest. După câteva ore am putut vedea stânca înaltă numită Stevns-Klint. După ce am trecut și de ea, vântul se opri. Stăteam aproape nemișcați în apa liniștită, iar după o oră sau două deveniserăm nerăbdători. Cum tocmai vorbiserăm despre expediții polare eșuate, Chievitz îi spuse lui Bjerrum: „Dacă lucrurile continuă în felul ăsta cu vântul, proviziile noastre se vor termina și va trebui să tragem la sorți pe care din noi îl mâncăm primul." Bjerrum îi întinse lui Chievitz o sticlă de bere și răspunse: „Nu știam că ai nevoie atât de repede de un întăritor, dar sticla asta ar trebui să-ți ajungă pentru încă o oră fără vânt." Dar vântul începu să bată mai repede decât prevăzuserăm noi. Direcția lui se schimbase complet și sufla acum dinspre sud-est, cerul se acoperi și, în timp ce briza devenea din ce în ce mai puternică, începură să cadă primele picături de ploaie. A trebuit să îmbrăcăm echipamentul pentru ploaie. Când am intrat în strâmtoarea îngustă dintre insulele Själland și Möen aveam deja de înfruntat un vânt puternic și tăios dinspre sud și dese rafale de ploaie. În trecerea deosebit de îngustă a trebuit să manevrăm atât de mult și să schimbăm atât de des direcția iahtului, încât după o oră sau două eram aproape epuizați. Mă dureau mâinile umflate din cauza otgoanelor cu care nu erau obișnuite. Chievitz spuse: „Da, da, o trecere mai îngustă n-a putut găsi căpitanul nostru. Dar să nu uităm că navigăm de plăcere, așa că n-avem voie să ne uităm la asemenea detalii." Niels participa cu mult curaj la toate manevrele ce trebuiau făcute și admiram câtă putere avea.

În sfârșit, când s-a lăsat întunericul am ajuns la Storström, o cale marină largă între insulele Själland și Falster, și pentru că direcția noastră era acum nord-vest, iar ploaia se oprise, navigam liniștit, aproape în direcția vântului. Puteam să ne odihnim și începeam să devenim vorbăreți. Trebuia să navigăm acum cu ajutorul busolei,

pe întuneric complet, și doar din când în când ne puteam orienta după lumini îndepărtate. Câțiva membri ai echipajului se duseseră jos în cabină să se odihnească după efortul făcut. Chievitz era la cârmă, Niels lângă el se uita pe busolă, iar eu trebuia să stau în față ca să mă uit după luminile de poziție ale vapoarelor ce puteau deveni periculoase pentru noi. Chievitz spuse îngândurat: „Da, cu luminile de poziție ale vapoarelor merge destul de bine și probabil că nu ne vom ciocni. Dar dacă s-a rătăcit pe aici o balenă ne-am putea ciocni de ea, fiindcă balena nu are lumini de poziție, nici roșu la babord, nici verde la tribord. Heisenberg, vedeți vreo balenă?"

„Văd numai balene", am răspuns eu, „dar presupun că cele mai multe din ele sunt valuri mari."

„Să sperăm că așa e. Dar ce s-ar întâmpla dacă ne-am ciocni de o balenă? Atât barca noastră cât și balena s-ar alege cu câte o gaură mare, presupun. Iată diferența dintre materia vie și materia moartă: gaura balenei s-ar vindeca singură, în timp ce barca noastră ar rămâne spartă. Mai ales dacă va ajunge pe fundul mării. Altminteri, ar trebui s-o reparăm."

Niels se amestecă acum în discuție. „Cu diferența dintre materia vie și cea moartă nu e totuși chiar atât de simplu. E adevărat că în balenă se exercită o forță formatoare, dacă vrem să spunem așa, datorită căreia, chiar și după ce a fost rănită, balena redevine întreagă. Desigur că balena nu știe nimic despre această forță formatoare, forță care este conținută în ereditatea ei într-un mod încă necunoscut. Dar nici barca nu e de fapt un obiect cu totul neînsuflețit. Ea e în aceeași relație cu omul ca pânza cu păianjenul sau cuibul cu pasărea. Sursa forței formatoare este în acest caz omul, iar repararea bărcii corespunde într-un anumit sens vindecării balenei. Căci, dacă o ființă vie, în acest caz omul, nu ar determina forma bărcii, atunci desigur nici nu ar fi reparată vreodată. Totuși, există o diferență importantă, și anume că la om această forță formatoare este conștientă."

„Când vorbești despre o forță formatoare", am întrebat eu, „te referi la ceva care se află complet în afara fizicii și chimiei de până acum sau crezi că această forță formatoare poate fi exprimată cumva prin modul de aranjare a atomilor, prin interacțiunea lor, prin cine știe ce efecte de rezonanță sau ceva asemănător?"

Niels răspunse: „Întâi de toate trebuie să constatăm că un organism are un caracter holistic pe care nu-l poate avea nici un sistem format din multe componente atomice, conform legilor fizicii clasice.

Dar acum nu mai este vorba despre fizica veche, ci despre mecanica cuantică. Suntem desigur tentați să facem o comparație între structurile holiste, pe care le putem reprezenta matematic în teoria cuantică, de pildă stările staționare ale atomilor și moleculelor, și cele care apar ca urmare a proceselor biologice. Și totuși, există aici și diferențe caracteristice. Structurile holiste din fizica atomică, cum sunt atomii, moleculele, cristalele, sunt doar construcții statice. Ele sunt compuse dintr-un anumit număr de componente elementare, nuclee atomice și electroni, și nu prezintă nici un fel de modificări în timp, în afara cazului când suportă acțiuni din afara lor. Când apare o asemenea acțiune din exterior, ele reacționează la aceasta, dar dacă ea nu este prea mare, după încetarea ei revin la starea inițială. Dimpotrivă, organismele nu sunt construcții statice. Străvechea comparație a unei ființe vii cu o flacără relevă tocmai faptul că organismele vii, întocmai ca flacăra, sunt o formă prin care materia, într-un anume sens, curge. Evident, nu vom putea stabili, de pildă prin măsurători, care anume atomi fac parte dintr-un organism viu și care nu. Așa încât întrebarea trebuie formulată cam în felul următor: poate fi înțeleasă, cu ajutorul mecanicii cuantice, tendința de formare a unor asemenea construcții prin care o materie cu anumite proprietăți chimice complicate și foarte bine definite «curge» pentru o perioadă de timp limitată?"

Chievitz interveni: „Medicul nici nu trebuie să se ocupe de răspunsul la o asemenea întrebare. El face

presupunerea că organismul are tendința să restabilească relațiile normale din interiorul său, când acestea s-au defectat, dacă i se dă organismului posibilitatea. În plus, medicul este de asemenea convins că procesele se desfășoară cauzal, adică este convins că în urma unei intervenții mecanice sau chimice reacția organismului se petrece conform legilor fizicii și ale chimiei. Că aceste două moduri de a privi lucrurile sunt incompatibile e un lucru de care cei mai mulți medici nici nu sunt conștienți."

„Acesta e un exemplu tipic pentru două moduri complementare de a privi lucrurile", spuse Niels. „Putem vorbi despre un organism folosind conceptele apărute de-a lungul istoriei umane din studiul ființelor vii. Atunci vorbim despre «viu», «funcția unui organ», «metabolism», «respirație», «însănătoșire» ș.a.m.d. Sau ne putem pune problema desfășurării cauzale, iar atunci folosim limbajul fizicii și al chimiei, studiem procese chimice sau electrice, de pildă la transmisia impulsurilor nervoase, și procedând astfel presupunem — în mod evident cu mare succes — că legile fizico-chimice sau mai general legile teoriei cuantice sunt valabile fără restricție. Cele două abordări sunt contradictorii, pentru că în primul caz facem presupunerea că procesele sunt determinate de scopul căruia îi servesc, așadar de țelul către care tind, iar în al doilea credem că sunt determinate nemijlocit de procesele ce au avut loc anterior, de situația imediat anterioară. Pare extrem de improbabil ca aceste două cerințe să ducă întâmplător, ca să spunem așa, la același rezultat. Dar cele două abordări se și completează reciproc, pentru că în realitate știm demult că ambele sunt corecte tocmai pentru că există viață. Așa încât întrebarea pentru biologie nu este care dintre cele două moduri de a privi e mai corect, ci doar cum a reușit natura să facă așa încât aceste două abordări să se potrivească între ele." Eu am adăugat: „Așadar, tu nu ai crede că există, pe lângă forțele și interacțiunile cunoscute din fizica atomică de astăzi, și o anume forță vitală — cum a presupus mai demult

vitalismul — responsabilă de comportamentul special al organismelor vii, în cazul ăsta de vindecarea rănii balenei. Mai mult, după părerea ta, legitățile tipic biologice pentru care nu există un analog în materia anorganică apar din situația descrisă adineauri de tine ca fiind complementare."

„Da, cu asta sunt de acord", spuse Niels. „Se poate spune și că cele două abordări de care am vorbit se referă la situații experimentale complementare. În principiu putem probabil măsura poziționarea fiecărui atom într-o celulă. Dar nu ne putem închipui că putem face o asemenea măsurătoare fără a ucide pentru asta celula vie. Ceea ce am cunoaște astfel la sfârșit ar fi modul de ordonare al atomilor într-o celulă moartă, nu într-una vie. Dacă apoi calculăm, conform legilor mecanicii cuantice, ce se întâmplă în continuare cu poziționarea atomilor, așa cum a rezultat ea din măsurători, atunci răspunsul va fi că celula se dezagregă sau se descompune sau suferă un proces pe care putem să-l numim cum vrem. Dacă, dimpotrivă, vrem să păstrăm vie celula și de aceea să nu permitem decât observații foarte limitate asupra structurii atomice din celulă, atunci rezultatele obținute din aceste observații foarte limitate vor fi și ele corecte, numai că nu ne vor permite să decidem dacă celula rămâne în viață sau se descompune."

„Găsesc că această delimitare a legităților biologice de cele fizico-chimice cu ajutorul complementarității este convingătoare", am continuat eu. „Dar ce ai spus tu lasă deschisă posibilitatea de alegere între două interpretări care sunt radical diferite după părerea multor savanți care se ocupă cu științele naturii. Să încercăm să ne închipuim că ne aflăm într-un stadiu viitor al științelor naturii, în care biologia ar fi la fel de contopită cu fizica și chimia cum sunt astăzi fizica și chimia în mecanica cuantică. Crezi că în această știință contopită legile naturii ar fi atunci pur și simplu legile mecanicii cuantice, cărora li s-au mai adăugat concepte biologice, așa cum legilor mecanicii newtoniene li se pot adăuga concepte statistice

precum temperatura și entropia — sau crezi că în această știință unitară a naturii sunt valabile legi ale naturii mai cuprinzătoare, din punctul de vedere al cărora legile mecanicii cuantice apar doar ca un caz-limită special, așa cum mecanica newtoniană poate fi privită ca un caz-limită al mecanicii cuantice? Prima poziție ar putea fi susținută de faptul că trebuie în orice caz să adăugăm legilor mecanicii cuantice conceptul de evoluție istorică, de selecție, pentru a putea explica diversitatea organismelor. Nu poate fi întrevăzut nici un motiv pentru care adaosul acestui element istoric ar conduce la dificultăți de principiu. Organismele ar fi atunci forme pe care natura le-a adus la iveală pe pământ de-a lungul câtorva miliarde de ani, conform legilor mecanicii cuantice. Dar există desigur argumente și pentru a doua poziție. De pildă, se poate spune că până acum în mecanica cuantică nu a putut fi observată în nici un fel o tendință de alcătuire a unor asemenea forme cu proprietăți holiste care, prin schimb permanent de materie cu proprietăți chimice foarte precise, să se mențină un anumit timp limitat. Eu nu știu ce pondere au argumentele pentru cele două poziții. Dar care este părerea ta despre asta, Niels?"

„Întâi de toate, nu văd de ce această alegere între cele două poziții ar trebui să fie așa de importantă în stadiul actual al științei", răspunse Niels. „Important este în primul rând să găsim un loc adecvat pentru biologie în raport cu rolul dominant al legităților fizice și chimice în evenimentele naturale. Pentru acest lucru este însă suficientă reflecția asupra complementarității situațiilor experimentale, așa cum am prezentat-o adineauri. O completare a mecanicii cuantice cu concepte biologice va avea loc în orice caz. Deocamdată însă nu putem prevedea dacă această completare va duce în mod necesar și la o lărgire a mecanicii cuantice. Poate că bogăția formelor matematice cuprinse în mecanica cuantică este suficient de mare pentru a reprezenta cu ea și formele biologice. Atâta vreme cât cercetarea biologică nu vede

nici un motiv pentru lărgirea fizicii teoretice cuantice, nici nu ar trebui să căutăm o asemenea lărgire. În științele naturii este întotdeauna o politică bună să fii cât mai conservator cu putință și să nu te apuci să adaugi elemente decât constrâns de observații care altminteri ar fi de neexplicat."

„Unii biologi cred că această constrângere există și sunt de părere că teoria darwinistă în forma ei actuală («mutații întâmplătoare și alegere prin procesul de selecție») nu este suficientă pentru a explica existența diferitelor organisme pe pământ", am continuat eu. „Desigur că nespecialistul este lămurit când află de la biologi că au loc mutații întâmplătoare, că materialul genetic al unei specii se modifică din când în când, o dată într-o direcție, altă dată în alta și că, datorită condițiilor de mediu, unele dintre aceste mutații sunt preferate în procesul de reproducere, iar altele sunt suprimate. Când Darwin explică acest lucru spunând că e vorba de un proces de selecție, că numai «cel mai puternic supraviețuiește», atunci chiar suntem dispuși să-l credem, dar ne vom întreba dacă în această propoziție este vorba despre o afirmație sau despre o definiție a cuvântului «puternic». Noi considerăm speciile care se dezvoltă deosebit de bine în condițiile date ca fiind «puternice» sau «apte» sau «adaptate vieții». Dar chiar dacă suntem de acord că prin acest proces de selecție apar specii deosebit de apte sau adaptate vieții, este încă greu de crezut că organe atât de complicate, cum ar fi ochiul omenesc, au apărut treptat numai prin asemenea schimbări întâmplătoare. Mulți biologi sunt în mod evident de părere că așa ceva este posibil și pot chiar arăta care anume pași din istoria naturală a Pământului ar conduce la acest produs finit numit ochiul omenesc. Alții însă par sceptici.

Mi s-a povestit odată despre o discuție care a avut loc pe această temă între matematicianul și teoreticianul mecanicii cuantice von Neumann și un biolog. Biologul era un adept convins al darwinismului, von Neumann era sceptic. Matematicianul l-a condus pe biolog la

fereastra camerei lui de lucru și i-a spus: «Vedeți acolo pe deal casa aceea frumoasă și albă? Ea a apărut din întâmplare. În cursul milioanelor de ani a apărut dealul prin procese geologice, pomii au crescut, apoi vântul a acoperit vârful dealului din când în când cu nisip, poate că prin procese vulcanice au fost aruncate acolo pietre și tot din întâmplare pietrele au rămas așezate unele peste altele. Și așa au mers lucrurile în continuare. Desigur că de-a lungul istoriei Pământului a apărut de cele mai multe ori ceva diferit prin aceste procese întâmplătoare și dezordonate. Dar odată a apărut, după multă vreme, și această casă, iar apoi s-au mutat oameni în ea și locuiesc acolo». Desigur, biologul nu a fost foarte încântat de această argumentație. Dar von Neumann nu este biolog, iar eu nu îmi permit să hotărăsc cine are dreptate. Presupun că nici între biologi nu există un consens privind selecția din teoria darwinistă și că nu sunt cu toții de acord că aceasta e suficientă pentru a explica complexitatea organismelor."

„Aceasta e o problemă legată pur și simplu de scara temporală", interveni Niels. „Teoria lui Darwin, în forma ei actuală, conține două afirmații independente. Una pretinde că în procesul ereditar sunt încercate mereu alte forme noi, dintre care cele mai multe sunt apoi eliminate ca neadecvate în condițiile date de mediu și astfel nu rămân decât puține care sunt adaptate. Empiric, această afirmație este desigur corectă. Dar în al doilea rând se pretinde că aceste noi forme se produc numai prin modificări absolut întâmplătoare ale structurii genetice. Această a doua teză este mult mai problematică, chiar dacă ne putem cu greu imagina altceva. Argumentul lui von Neumann vrea să arate că, după un timp suficient de îndelungat, aproape orice poate apărea din întâmplare, dar că printr-o asemenea explicație se poate ajunge la intervale de timp absurd de lungi, pe care fără îndoială nu le avem la dispoziție în natură. În cele din urmă știm, din observații fizice și astrofizice, că de la apariția celor mai primitive forme de viață pe Pământ nu au trecut decât cel

mult câteva miliarde de ani. În acest interval de timp trebuie să fi avut loc așadar întreaga dezvoltare, de la cele mai primitive la cele mai evoluate forme de viață. Dacă jocul mutațiilor întâmplătoare și selecția naturală sunt suficiente pentru a explica apariția în acest interval de timp a celor mai evoluate și complicate forme de viață, aceasta depinde și de timpul biologic care e necesar pentru dezvoltarea unor noi specii. Cred că deocamdată se știe mult prea puțin despre aceste intervale de timp pentru a putea da un răspuns demn de încredere. De aceea va trebui să lăsăm pentru moment problema nerezolvată."

„Un alt argument care este adus uneori în sprijinul necesității de a lărgi mecanica cuantică este existența conștiinței umane", am continuat eu. „Fără îndoială, conceptul de «conștiință» nu apare nici în fizică, nici în chimie, și rămâne într-adevăr de neînțeles cum ar putea rezulta un asemenea concept din mecanica cuantică. Într-o știință a naturii care însă vrea să se ocupe și de organismele vii, trebuie ca și conștiința să-și aibă locul ei, pentru că face parte din realitate."

Niels spuse: „Acest argument pare în primă instanță foarte convingător. În conceptele fizicii și ale chimiei nu putem găsi ceva care să aibă de-a face, fie și pe departe, cu conștiința. Tot ce știm este că există conștiință, pentru că o avem. Așadar, conștiința este și ea o parte a naturii sau, ca să formulăm mai general, este o parte din realitate și trebuie ca, pe lângă fizică și chimie, ale căror legi sunt cuprinse în mecanica cuantică, să descriem și să înțelegem legități de un cu totul alt tip. Dar nici aici nu știu dacă e nevoie de mai multă libertate decât cea care este deja dată de complementaritate. Și în acest caz mi se pare destul de puțin relevant dacă trebuie puse în legătură cu mecanica cuantică, lăsată neschimbată, noi concepte și formulate noi legități — așa cum facem cu formularea statistică a teoriei căldurii — sau trebuie — așa cum a fost necesar în lărgirea fizicii clasice pentru a obține teoria cuantică — să lărgim mecanica cuantică însăși într-un formalism mai

vast, pentru a putea cuprinde și conștiința. De fapt, problema trebuie formulată astfel: cum poate acea parte a realității, care începe cu conștiința, să se potrivească cu cealaltă parte, care poate fi descrisă prin fizică și chimie? Cum este posibil ca legitățile din aceste două domenii să nu intre în conflict? În acest caz e vorba evident de o situație pură de complementaritate care va trebui analizată mai în detaliu când se va ști mai mult despre biologie."

Discuția noastră continuă în acest fel mai multe ore. Niels preluă o vreme cârma, Chievitz controla busola, iar eu stăteam ceva mai în față, pentru a descoperi în beznă eventuale puncte luminoase. Era trecut de miezul nopții. În spatele norilor încă destul de deși apărea din când în când o geană de lumină ce indica poziția lunii. Probabil că înaintaserăm peste 40 de kilometri de când intraserăm în Storström, așa încât ne apropiam destul de mult de strâmtoarea Omö, prin care voiam să trecem înainte de a ancora. Conform hărții maritime pe care o aveam, intrarea în strâmtoare era marcată de un par ce ieșea din apă. Însă cum putea fi găsit acest par în beznă, după ce înaintaserăm peste 40 de kilometri după busolă, era un mister pentru mine.

Chievitz întrebă: „Heisenberg, ați găsit parul?"

„Nu, dar m-ați putea întreba la fel de bine dacă am găsit mingea de ping-pong căzută de pe ultimul vapor care a trecut pe aici."

„Atunci sunteți un marinar prost."

„Nu vreți să veniți în față?"

Chievitz vorbea acum atât de tare, încât trebuie să se fi auzit și jos în cabină: „Mereu aceeași veche poveste, ca în romanele proaste de altădată: căpitanul doarme, vasul se izbește de o stâncă și echipajul se îneacă."

De jos se auzi vocea adormită a lui Bjerrum: „Știți măcar unde ne aflăm?"

Chievitz răspunse: „Sigur: pe iahtul Chita, sub comanda căpitanului Bjerrum care, din păcate, doarme."

Bjerrum veni atunci pe bord și preluă comanda. La mare depărtare se vedeau semnalele luminoase ale unui far a căror direcție trebuia acum urmată foarte exact. În plus, eu am primit misiunea de a măsura cu o sondă adâncimea apei, ceea ce la viteza redusă cu care înaintam se putea face cu o precizie destul de bună. Ne-am consultat din nou harta maritimă și, întrucât aveam două coordonate pentru poziția noastră, și anume distanța până la far și adâncimea măsurată a apei, am calculat poziția în care ne aflam și am constatat cu bucurie și surprindere că eram la o distanță de doar un kilometru de parul cel mult căutat. Am mai înaintat apoi câteva minute în direcția dată. Bjerrum veni la mine la proră și, în timp ce eu nu puteam încă zări nimic, spuse deodată: „Acolo este." Nu mai aveam decât câteva sute de metri până la intrarea în strâmtoarea Omö. Am coborât ancora de partea cealaltă a insulei și am fost cu toții bucuroși că puteam petrece restul nopții dormind adânc în cabină.

10
MECANICĂ CUANTICĂ ȘI FILOZOFIE KANTIANĂ (1930–1932)

Noul meu cerc de la Leipzig s-a lărgit în acei ani cu repeziciune. Tineri extrem de înzestrați din cele mai diferite țări veneau la noi pentru a participa la dezvoltarea mecanicii cuantice sau pentru a o aplica la structura materiei. Iar acești tineri fizicieni activi și deschiși față de tot ce era nou au îmbogățit discuțiile noastre la seminar și au lărgit aproape lună de lună domeniul care putea fi cuprins de noile idei. Elvețianul Felix Bloch a fundamentat înțelegerea proprietăților electrice ale metalelor, Landau din Rusia și Peierls discutau problemele matematice ale electrodinamicii cuantice, Friedrich Hund dezvolta teoria legăturilor chimice, Edward Teller calcula proprietățile optice ale moleculelor. Carl Friedrich von Weizsäcker, în vârstă de aproape 18 ani, s-a alăturat acestui grup și a adăugat o notă filozofică discuțiilor noastre; deși studia fizica, se vedea limpede că devenea foarte atent, asculta cu deosebită încordare, se implica în discuții și participa intens de fiecare dată când, în timpul seminarului, problemele noastre de fizică ridicau întrebări ce țineau de filozofie sau de teoria cunoașterii.

O ocazie specială de a discuta probleme filozofice s-a ivit un an sau doi mai târziu când o tânără absolventă de filozofie, Grete Hermann, a venit la Leipzig pentru a dezbate cu fizicienii atomiști afirmațiile lor filozofice, afirmații despre care era la început ferm convinsă că nu sunt corecte. Grete Hermann studiase filozofia la Göttingen

și aparținea cercului lui Nelson. Se formase sub înrâurirea filozofiei lui Kant, așa cum fusese ea interpretată la începutul secolului al XIX-lea de filozoful și omul de știință Fries. Una dintre cerințele școlii lui Fries, și implicit a cercului lui Nelson, era ca discursul filozofic să aibă același grad de rigoare ca în matematica modernă. Grete Hermann credea că poate demonstra, cu acest grad de rigoare, că legea cauzală, în forma pe care i-a dat-o Kant, este de neclintit. Noua mecanică cuantică punea însă sub semnul întrebării, într-un anumit sens, această formă a legii cauzale, iar tânăra filozoafă era decisă să ducă până la capăt această luptă.

Prima noastră discuție, care a avut loc între ea, Carl Friedrich von Weizsäcker și mine, putea să fi fost inițiată de tânăra filozoafă cam în felul următor:

„În filozofia lui Kant legea cauzală nu e doar o afirmație empirică, ce ar putea fi întemeiată pe experiență sau infirmată de ea, ci, dimpotrivă, este premisa oricărei experiențe, ea face parte din acele categorii ale gândirii pe care Kant le numește «apriorice». Impresiile senzoriale, cu ajutorul cărora receptăm lumea, nu ar fi decât un joc subiectiv de senzații cărora nu le-ar corespunde nici un obiect, dacă nu ar exista o regulă conform căreia senzațiile să rezulte dintr-un proces prealabil. Această regulă, și anume conexiunea univocă dintre cauză și efect, trebuie așadar presupusă, dacă vrem să obiectivăm observațiile, dacă vrem să pretindem că am luat cunoștință de ceva — un lucru sau un proces. Pe de altă parte, științele naturii se ocupă de cunoașterea prin experiențe, și anume tocmai prin experiențe obiective; numai asemenea experiențe, care sunt obiective în acest sens precis, pot forma obiectul științelor naturii. De aici rezultă în mod necesar că întreaga știință a naturii trebuie să aibă ca presupoziție legea cauzală, că științele naturii pot exista numai în măsura în care există legea cauzală. Legea cauzală este așadar într-un anumit sens o unealtă a gândirii noastre, cu ajutorul căreia încercăm să prelucrăm materia primă a impresiilor

senzoriale în experiență. Și numai în măsura în care reușim acest lucru avem și un obiect pentru științele naturii. Cum este în aceste condiții posibil ca mecanica cuantică să încerce să slăbească legea cauzală și, în același timp, să rămână știință a naturii?"

Era rândul meu să încerc să prezint mai întâi experiențele care conduseseră la interpretarea statistică a mecanicii cuantice.

„Să presupunem că avem de-a face cu un singur atom din specia radiu B[1]. Fără îndoială că este mai ușor să faci experimente cu mulți atomi de acest fel deodată, adică cu o cantitate mică de radiu B, decât cu un singur atom, dar în principiu nu există nici un impediment să cercetăm comportamentul unui singur atom de acest fel. Știm așadar că, după un interval de timp mai lung sau mai scurt, atomul de radiu B va emite într-o direcție oarecare un electron și astfel se va transforma într-un atom din specia radiu C. În medie, să spunem că acest fenomen se va petrece într-o jumătate de oră, dar atomul poate la fel de bine să se transforme în câteva secunde sau abia în câteva zile. În medie înseamnă în acest caz: dacă avem de-a face cu mulți atomi de radiu B, atunci după o jumătate de oră aproximativ jumătate din ei se vor fi transformat. Dar în cazul special al unui singur atom — și aici se manifestă un anume eșec al legii cauzale — nu putem preciza cauza pentru care tocmai acum, și nu mai devreme sau mai târziu, acest atom anume de radiu B emite un electron, exact în această direcție și nu în alta. Și, din multe motive, suntem convinși că nici nu există o asemenea cauză."

„Tocmai în acest punct s-ar putea afla greșeala fizicii atomice actuale", răspunse Grete Hermann. „Din faptul că nu s-a găsit încă o cauză pentru un anumit eveniment nu se poate trage concluzia că o asemenea cauză nu există. Eu aș trage din această situație doar concluzia că aici se

[1] Radiu B este numele dat în epocă unui izotop radioactiv al plumbului, ^{214}Pb. Radiul C este un izotop al bismutului, ^{214}Bi. (*N. t.*)

află o problemă încă nerezolvată, ceea ce înseamnă că fizicienii atomiști trebuie să caute în continuare până găsesc cauza. Cunoașterea pe care o aveți despre starea atomului de radiu B înainte de emisia electronului este în mod evident deocamdată incompletă, fiindcă în caz contrar s-ar putea stabili când și în ce direcție va fi emis electronul. Așadar trebuie căutat în continuare până când se obține cunoașterea completă."

„Nu, pentru noi cunoașterea de acum este completă", am încercat eu să explic. „Căci din alte experimente pe care le putem face cu atomul de radiu B reiese că nu mai pot exista alte elemente determinante decât cele pe care le cunoaștem deja. Vreau să lămuresc lucrurile: tocmai am constatat că nu știm în ce direcție va fi emis electronul, iar răspunsul dumneavoastră a fost că trebuie să căutăm în continuare elemente determinante care să precizeze această direcție. Dar presupunând că am fi găsit asemenea elemente determinante, suntem confruntați cu următoarea dificultate. Electronul emis poate fi conceput și ca o undă de materie emisă de nucleul atomic. O asemenea undă poate duce la fenomene de interferență. Să mai presupunem că părțile undei, care inițial sunt emise de nucleul atomic în direcții opuse, sunt puse să interfereze, cu ajutorul unei aparaturi special concepute, și ca urmare apare apoi o interferență distructivă într-o anumită direcție. Acest lucru ar însemna că putem prevedea cu certitudine că în cele din urmă electronul nu va fi emis în acea direcție. Dacă însă am fi cunoscut noi elemente determinante din care să rezulte că electronul este emis inițial de nucleul atomic într-o direcție dată, atunci fenomenul de interferență nu s-ar putea produce. Interferența distructivă nu ar putea apărea, iar concluzia pe care am tras-o mai devreme nu ar mai putea fi apărată. Faptic însă, destrucția va putea fi observată experimental. Natura ne împărtășește în felul acesta că elementele determinante atât de disputate nu există, iar cunoașterea noastră este deja completă fără noi elemente determinante."

„Dar e înspăimântător", spuse Grete Hermann. „Pe de o parte spuneți că cunoașterea noastră despre atomul de radiu B este incompletă, pentru că nu știm când și în ce direcție va fi emis un electron, iar pe de altă parte spuneți că e completă, pentru că dacă ar mai exista alte elemente determinante am intra în contradicție cu anumite experimente. Dar cunoașterea noastră nu poate fi în același timp completă și incompletă. Este pur și simplu un nonsens."

Acum Carl Friedrich începu să analizeze mai în detaliu premisele filozofiei kantiene și spuse: „Contradicția aparentă provine în acest caz din faptul că în cele ce spunem ne comportăm ca și cum am putea vorbi despre un atom de radiu B «în sine». Acest lucru însă nu este de la sine înțeles și de fapt nici nu e corect. Deja la Kant conceptul de «Ding an sich» este problematic. Kant știe că despre «lucrul în sine» nu se poate spune nimic; nu ne sunt date decât obiectele percepției. Dar Kant presupune că aceste obiecte ale percepției pot fi conectate sau ordonate după modelul unui «lucru în sine». Așa că în fond Kant presupune ca dată acea structură a experienței cu care ne-am obișnuit în viața de toate zilele și care constituie într-o formă precisă baza fizicii clasice. În această concepție, lumea constă din obiecte în spațiu care se schimbă în timp, din procese care au loc succesiv conform unei reguli. Dar în fizica atomică am învățat că percepțiile nu mai pot fi conectate sau ordonate după modelul «lucrului în sine». De aceea nici nu există un atom de radiu B «în sine»."

Grete Hermann îl întrerupse: „Modul în care folosiți expresia «Ding an sich» mi se pare că nu corespunde exact spiritului filozofiei lui Kant. Trebuie să faceți diferența clar între «lucrul în sine» și un obiect fizic. După Kant, «lucrul în sine» nu apare în percepție, nici măcar indirect. Acest concept nu are altă funcție în științele naturii și în toată filozofia teoretică decât de a desemna acel lucru despre care nu putem ști nimic, pentru că toată

cunoașterea noastră se bazează pe experiență, iar experiența înseamnă tocmai a cunoaște lucrurile așa cum ne apar ele. Nici cunoașterea a priori nu se referă la «lucruri, cum ar putea fi în sine», căci funcția ei propriu-zisă este aceea de a face posibilă experiența. Dacă vorbiți în sensul fizicii clasice despre un atom de radiu B «în sine», atunci vă referiți mai degrabă la ceea ce Kant numește obiect. Obiectele sunt părți ale lumii așa cum ne apare ea: mese și scaune, stele și atomi."

„Dar dacă nici nu le vedem, ca în cazul atomilor de exemplu?"

„Da, chiar și atunci, pentru că le deducem din aparențe. Lumea aparențelor este o textură interconectată și este oricum imposibil, chiar și în percepția de zi cu zi, să facem distincția netă între ceea ce vedem nemijlocit și ceea ce doar deducem. De pildă, acum vedeți acest scaun, însă partea lui din spate nu o vedeți în acest moment, dar o presupuneți cu aceeași siguranță ca și partea lui din față, pe care o vedeți. Chiar asta înseamnă că științele naturii sunt obiective; sunt obiective, pentru că vorbesc despre obiecte și nu despre percepții."

„Dar din atom nu vedem nici partea din față, nici partea din spate. De ce să aibă aceleași însușiri ca scaunele și mesele?"

„Pentru că este un obiect. Fără obiecte nu există știință a naturii obiectivă. Iar ce sunt obiectele este determinat de categoriile substanță, cauzalitate etc. Dacă renunțați la folosirea riguroasă a acestor categorii, atunci renunțați la însăși posibilitatea experienței."

Dar Carl Friedrich nu voia să renunțe. „În mecanica cuantică este vorba de un nou mod de a obiectiva experiența, despre care Kant nu se putea încă pronunța. Fiecare percepție se referă la o situație observațională care trebuie specificată, dacă vrem ca percepția să devină experiență. Rezultatul percepțiilor nu mai poate fi obiectivat în același mod în care era posibil în fizica clasică. Dacă a fost

efectuat un experiment din care poate fi conchis că acum și aici se află un atom de radiu B, atunci cunoașterea obținută este completă în această situație observațională. Pentru o altă situație observațională însă, care permite bunăoară afirmații despre un electron emis, nu mai este completă. Dacă două situații observaționale se află într-un raport pe care Bohr l-a numit complementar, atunci o cunoaștere completă pentru una din situațiile observaționale înseamnă o cunoaștere incompletă pentru cealaltă."

„Și cu asta vreți să distrugeți întreaga analiză a lui Kant despre percepție?"

„Nu, acest lucru nu e cu putință, după părerea mea. Kant a observat cu foarte mare atenție cum se ajunge la experiență în mod real, iar eu cred că analiza lui e în linii mari corectă. Dar atunci când Kant numește formele de percepție «spațiu» și «timp» și categoria de «cauzalitate» ca fiind «apriorice» experienței, el se expune pericolului de a le considera absolute și de a pretinde că ele trebuie să apară în aceeași formă și cu același conținut în oricare teorie a fizicii percepțiilor. Însă lucrurile nu stau așa, după cum se dovedește prin teoria relativității și mecanica cuantică. Cu toate acestea, Kant are într-un anumit sens perfectă dreptate: experimentele pe care le întreprinde fizicianul trebuie mai întâi descrise în limbajul fizicii clasice, pentru că altminteri nici nu ar fi posibil să comunice altui fizician ce a măsurat. Și de-abia în acest fel celălalt este adus în situația de a putea controla rezultatele experimentelor. «Apriorismul» lui Kant nu este defel înlăturat în fizica modernă, ci este într-un anume sens relativizat. Conceptele fizicii clasice, conceptele de «spațiu», «timp», «cauzalitate», sunt anterioare teoriei relativității și mecanicii cuantice în sensul că ele trebuie folosite la descrierea experimentelor sau — ca să mă exprim mai prudent — în sensul că ele chiar sunt folosite. Dar conținutul lor se modifică în aceste teorii noi."

„Cu toate acestea nu am obținut încă un răspuns la întrebarea mea inițială", spuse Grete Hermann. „Și anume, voiam să știu de ce în acele împrejurări în care încă nu am găsit cauzele care să ne permită calcularea prealabilă a unui eveniment, cum ar fi de pildă emisia unui electron, nu putem căuta în continuare acele cauze. Dumneavoastră nu vreți să interziceți această căutare, dar spuneți că ea nu poate conduce la nimic, deoarece nu mai pot exista elemente determinante pentru evenimentul studiat, întrucât tocmai nedeterminarea, care poate fi formulată precis matematic, permite să se facă anumite predicții într-un alt aranjament experimental. Iar acest fapt este verificat experimental. Dacă vorbim în acest fel, atunci nedeterminarea apare ca o realitate fizică. Ea capătă un caracter obiectiv, în timp ce de obicei nedeterminarea este interpretată ca lipsă de cunoaștere și deci ca ceva pur subiectiv."

În acest punct am intervenit din nou în discuție, spunând: „Cu aceasta ați descris exact trăsătura caracteristică a mecanicii cuantice de astăzi. Dacă vrem ca din evenimentele atomice să tragem concluzii asupra unor legități, atunci se remarcă faptul că nu mai putem conecta în legități evenimente din timp și spațiu, ci — pentru a folosi o expresie mai prudentă — situații de observație. Numai pentru acestea obținem legități empirice. Simbolurile matematice cu care descriem asemenea situații de observație reprezintă mai degrabă posibilul decât factualul. Am putea spune că reprezintă ceva intermediar între posibil și factual, care poate fi numit obiectiv în cel mai bun caz în același sens ca temperatura în teoria statistică a căldurii. Această cunoaștere determinată a posibilului permite unele previziuni sigure și precise, dar de regulă permite numai obținerea unor concluzii privind probabilitățile unor evenimente viitoare. Kant nu putea prevedea că în domenii ale cunoașterii care sunt foarte îndepărtate de experiența de zi cu zi nu mai poate fi construită o ordonare a percepțiilor după modelul «lucrului

în sine» sau, dacă vreți, al obiectului, și că deci — pentru a exprima situația într-un mod simplu — atomii nu sunt lucruri sau obiecte."

„Dar atunci ce sunt?"

„Pentru asta nu poate exista o expresie lingvistică, fiindcă limbajul nostru s-a născut și a crescut din experiențele noastre de zi cu zi, iar atomii nu sunt lucruri ale experienței de zi cu zi. Dar, dacă acceptați o perifrază, atunci putem spune că atomii sunt părți ale unor situații de observație, părți care au o mare valoare explicativă pentru o analiză fizică a fenomenelor."

Carl Friedrich interveni: „Dacă tot vorbim despre dificultățile exprimării lingvistice, atunci poate că cea mai importantă lecție pe care o primim de la fizica modernă este aceea că toate conceptele cu ajutorul cărora descriem experiențe au numai un domeniu limitat de aplicare. Pentru toate conceptele de tipul: «lucru», «obiect al percepției», «moment de timp», «simultaneitate», «întindere» ș.a.m.d. putem găsi situații experimentale în care ajungem la dificultăți cu aceste concepte. Ceea ce nu înseamnă că aceste concepte nu sunt în același timp și premisele oricărei experiențe, dar înseamnă că este vorba de o premisă care trebuie analizată critic în fiecare situație, și din care așadar nu pot fi deduse cerințe absolute."

Grete Hermann era probabil foarte nemulțumită de această turnură a discuției noastre. Ea sperase că poate combate afirmațiile fizicienilor atomiști cu toată rigoarea uneltelor filozofiei kantiene sau, dimpotrivă, să demonstreze că într-un anume loc Kant trebuie să fi făcut o greșeală decisivă. Acum situația era însă incertă, ca un lucru lipsit de culoare care nu satisfăcea dorința ei de claritate. Așa încât ea întrebă în continuare: „Nu înseamnă oare această relativizare a «apriorismului» kantian, ba chiar a limbajului, pur și simplu un fel de resemnare de tipul «văd că nu putem cunoaște nimic»? După părerea

dumneavoastră nu există un fundament solid al cunoașterii pe care să ne putem așeza ferm?"

Carl Friedrich răspunse acum cu mult curaj că tocmai dezvoltarea științelor naturii îndreptățește o viziune ceva mai optimistă:

„Când spunem despre Kant că a analizat în mod corect cu al său «a priori» situația cunoașterii din vremea lui, însă afirmăm în același timp că în fizica atomică de astăzi ne-am afla în fața unei situații noi a cunoașterii e cam totuna cu a spune că legile pârghiilor ale lui Arhimede conțineau formularea corectă a regulilor practice importante pentru tehnica din vremea lui, dar că aceste legi nu mai sunt suficiente pentru tehnica de astăzi, de exemplu pentru tehnica electronilor. Legile pârghiilor formulate de Arhimede conțin cunoaștere adevărată, nu numai păreri neprecizate. Ele sunt valabile în toate timpurile când e vorba de pârghii și dacă pe o planetă a unui sistem stelar îndepărtat există pârghii, atunci afirmațiile lui Arhimede trebuie să rămână și acolo valabile. Partea a doua a afirmației — și anume faptul că, prin lărgirea cunoașterii lor, oamenii au înaintat în domenii ale tehnicii în care conceptul de pârghie nu mai este suficient — nu reprezintă așadar nici o relativizare, nici o istoricizare a legilor pârghiilor, ci înseamnă doar că, în procesul de dezvoltare istorică, legile pârghiilor devin o parte a unui sistem mai cuprinzător al tehnicii și că astfel nu le mai revine rolul central pe care îl aveau la început. În mod asemănător, cred că analiza kantiană a cunoașterii conține cunoaștere adevărată, nu numai păreri neprecizate, și că rămâne corectă peste tot acolo unde ființe vii capabile de reflecție vor intra în relație cu mediul înconjurător într-un mod pe care din punctul nostru uman de vedere l-am numit «experiență». Dar și «apriorismul» lui Kant poate fi dislocat din poziția lui centrală și poate deveni parte dintr-o analiză mult mai cuprinzătoare a procesului cunoașterii. În acest loc ar fi fără îndoială fals să vrem să slăbim cunoaș-

terea științifică sau filozofică prin afirmația «Fiecare timp își are propriul lui adevăr». Trebuie să avem însă în vedere că odată cu dezvoltarea istorică se schimbă și structura gândirii umane. Progresul științei nu înseamnă numai că devin cunoscute și înțelese fapte noi, ci și că învățăm mereu din nou ce poate însemna «a înțelege»."

Cu acest răspuns, care venea parțial de la Bohr, ni s-a părut că Grete Hermann era într-un fel mulțumită, iar noi aveam sentimentul că am înțeles mai bine relația dintre filozofia kantiană și științele moderne ale naturii.

11

DISCUȚII DESPRE LIMBAJ (1933)

„Timpurile de aur ale fizicii atomice" se apropiau cu rapiditate de sfârșit. În Germania sporea neliniștea politică. Grupări radicale de dreapta și de stânga demonstrau pe străzi, duceau lupte armate în cartierele mărginașe și se combăteau agitatoric în reuniuni publice. Neliniștea și odată cu ea frica se răspândeau insidios și în viața universitară și în ședințele facultății. O bună bucată de vreme am încercat să ignor pericolul și mișcările de stradă. Dar realitatea este până la urmă mai puternică decât dorințele noastre, iar de data aceasta ea ajunse în conștientul meu sub forma unui vis. Într-o duminică dimineață, Carl Friedrich și cu mine doream să pornim foarte devreme într-o plimbare cu bicicletele și de aceea îmi pusesem ceasul deșteptător să sune la ora cinci. Dar înainte de a mă trezi îmi apăru în semiîntuneric o imagine ciudată: ca și în primăvara anului 1919, mergeam pe strada Ludwig la ora răsăritului. Strada era cuprinsă de o lumină roșiatică ce devenea tot mai intensă și mai înspăimântătoare, părând mai degrabă foc decât soarele dimineții. Mulțimi de oameni cu steaguri roșii și cu steaguri negre-albe-roșii se revărsau de la Siegestor spre fântânile de la Universitate, agitația și vacarmul umpleau văzduhul. Deodată, foarte aproape de mine, începu să țăcăne un pistol-mitralieră. Am încercat să mă feresc cu un salt — și m-am trezit. Țăcănitul pistolului-mitralieră fusese pur și simplu sunetul ceasului deșteptător, iar lumina roșiatică era pur și simplu lumina zorilor pe perdelele dormitorului meu.

Dar din acel moment am știut că lucrurile vor lua din nou o turnură gravă.

Catastrofei din ianuarie 1933 îi urmă pentru ultima oară o perioadă fericită de vacanță cu vechii prieteni, care a fost ca un frumos, dar dureros rămas-bun de la „timpurile de aur".

În munții din apropierea satului Bayrischzell, într-o poiană abruptă pe versantul sudic al masivului Marele Traithen, aveam la dispoziție o cabană. Fusese reconstruită de niște prieteni din mișcarea de tineret, după ce fusese distrusă pe jumătate de o avalanșă. Tatăl unui camarad, negustor de lemn, donase lemne și unelte, țăranul care era proprietarul cabanei transportase în timpul verii materialul de construcție sus în poiană, iar prietenii mei lucraseră de-a lungul mai multor săpămâni toamna și refăcuseră acoperișul, reparaseră obloanele și amenajaseră un dormitor în interior. Puteam folosi pe timpul iernii cabana, iar în 1933, de Paște, i-am invitat acolo pentru o vacanță de schi pe Niels împreună cu fiul său Christian, pe Felix Bloch și pe Carl Friedrich. Niels, Christian și Felix voiau să vină dinspre Salzburg, unde Niels avea niște treburi, să treacă granița spre Oberaudorf și să urce pe munte de acolo. Carl Friedrich și cu mine am venit cu două zile mai devreme la cabană pentru a o aranja și a aduce proviziile. Cu câteva săptămâni în urmă, pe vreme frumoasă, fuseseră duse mai multe lăzi cu alimente la casa Brünnstein, iar de acolo trebuia să le transportăm în rucsacuri până la cabană, ceea ce însemna un drum de aproape o oră.

În această fază de început a expediției noastre s-au ivit câteva greutăți. În prima noapte petrecută cu Carl Friedrich în cabană a nins și a viscolit fără întrerupere. A doua zi de dimineață am săpat cu greu un drum în zăpadă, la intrare. Iar când, spre amiază, am încercat cu mare efort să ne croim drum prin zăpada proaspătă de aproape un metru până la casa Brünnstein, viscolul continua și am început să luăm în serios pericolul unei avalanșe. De la

casa Brünnstein i-am telefonat lui Niels la Salzburg, conform înțelegerii; i-am descris situația și i-am promis să-l aștept a doua zi împreună cu Carl Friedrich la gara Oberaudorf. La început, Niels a spus că e inutil și că el, împreună cu Christian și Felix, va lua un taxi în gara Oberaudorf și va merge cu taxiul la casa Brünnstein. A trebuit să-l conving că e o variantă complet nerealistă și a rămas să ne întâlnim la Oberaudorf. În noaptea următoare a nins la fel de mult, așa încât de dimineață cabana era aproape îngropată sub zăpadă. Nu se mai putea vedea nimic din urmele lăsate de noi cu o zi înainte. Dar cerul s-a înseninat, aveam vizibilitate bună, iar locurile cu pericol de avalanșă puteau fi evitate. Carl Friedrich și cu mine am făcut așadar, pe rând, o nouă pârtie până la casa Brünnstein și de acolo am reușit, coborând pe schiuri, să facem fără probleme o pârtie până la Oberaudorf. Voiam ca la întoarcere să folosim drumul astfel bătut împreună cu oaspeții noștri. Dacă cerul rămânea senin și vremea liniștită, drumul ar fi trebuit să rămână vizibil cel puțin până după-masă.

La prânz, la ora stabilită, pe peronul gării din Oberaudorf, nici urmă de Niels, Christian sau Felix. Din tren au fost însă coborâte o mulțime de bagaje: schiuri, rucsacuri, hanorace, care arătau ca și cum ar fi fost echipamentul invitaților noștri. De la șeful de gară am aflat că persoanele cărora le aparțineau bagajele coborâseră într-o gară să bea o cafea și pierduseră trenul, așa că nu vor putea ajunge în Oberaudorf decât cu trenul următor, la ora patru după-amiază. Mi-am dat seama cu îngrijorare că vom avea de urcat cea mai mare parte a traseului, și așa îngreunat din cauza ninsorii, pe întuneric. Carl Friedrich și cu mine ne-am apucat, în timpul pe care îl aveam la dispoziție, să triem bagajele sosite de la Copenhaga și să scoatem ce era inutil: trebuia să ne economisim forțele la urcuș. La ora patru fix au sosit oaspeții noștri. I-am explicat lui Niels că drumul până la cabană va fi o aventură. Ninsese atât de mult, încât

urcușul ar fi fost probabil imposibil dacă nu am fi trasat, Carl Friedrich și cu mine, un drum bătut prin zăpadă, la coborâre.

„E ciudat", răspunse Niels după ce stătuse o clipă pe gânduri, „am crezut întotdeauna că un munte e ceva care se începe de jos."

Această observație conduse apoi la alte comentarii. Ne-am amintit că în America, vizitând Marele Canion, „urcai un munte negativ". Acolo se poate ajunge cu vagonul de dormit la marginea unei întinderi pustii, la altitudinea de 2 000 m deasupra râului Colorado, se poate coborî până la albia râului, însă apoi trebuie urcați cei 2 000 m înapoi până la tren. Numai că așa ceva se numește „canion", și nu „munte". Primele două ore am înaintat bine, tot discutând despre asemenea lucruri. Dar trebuia să iau în calcul că un urcuș care în timpul verii dura două sau trei ore putea dura, în aceste condiții, chiar și șase sau șapte ore. Când s-a întunecat complet am ajuns în partea cea mai dificilă a drumului. Eu mergeam în față, urma Niels, la mijloc era Carl Friedrich, care lumina drumul cu un felinar, iar în spatele lui Christian și Felix. Urma fusese săpată adânc în zăpadă și de aceea era ușor de găsit. Vântul reușise s-o șteargă numai în locurile deschise. Mă neliniștea faptul că zăpada atât de înaltă rămăsese afânată. A trebuit să încetinim ritmul urcușului pentru că Niels obosise un pic. Era deja aproape ora zece seara și bănuiam că mai aveam de mers încă o jumătate de oră sau o oră până la casa Brünnstein.

Tocmai trecuserăm de un povârniș foarte abrupt și atunci s-a întâmplat ceva foarte ciudat. Aveam senzația că înotam. Nu mai puteam să-mi coordonez bine mișcările și deodată am fost presat din toate părțile atât de tare, încât pentru un moment nu mai puteam respira. Din fericire, capul îmi rămăsese deasupra maselor de zăpadă care se adunau și în câteva secunde am reușit să-mi eliberez și brațele. M-am întors. Era întuneric beznă și nici unul dintre prietenii mei nu se vedea. Am strigat „Niels",

dar nu am primit nici un răspuns. Eram speriat de moarte, pentru că am presupus că și ceilalți au fost îngropați de avalanșă. Abia când am reușit, cu un efort extrem, să-mi eliberez și schiurile de sub zăpadă, am văzut o lumină sus, am strigat foarte tare și mi-a răspuns Carl Friedrich. Atunci mi-am dat seama că fusesem târât de avalanșă fără să fi observat. Dar din fericire toți ceilalți rămăseseră deasupra avalanșei. Nu mi-a fost greu să ajung până la lumina felinarului și ne-am continuat drumul cu extrem de mare prudență. Pe la ora 11 noaptea am ajuns în sfârșit la casa Brünnstein și am hotărât să nu mai riscăm să ne continuăm drumul până la cabană. Am înnoptat acolo și am ajuns abia a doua zi la cabană, după un drum prin nămeți de un alb strălucitor și sub un cer de un albastru pur.

Resimțeam încă efortul urcușului și spaima de avalanșă, așa încât în acea zi n-am mai pornit într-o nouă drumeție. Stăteam întinși la soare pe acoperișul proaspăt curățat de zăpadă al cabanei și discutam despre ultimele evenimente petrecute în știința noastră. Niels adusese o fotografie făcută într-o cameră cu ceață, în California, care deveni îndată centrul interesului general. Era vorba despre o problemă deschisă cu câțiva ani în urmă de Paul Dirac în lucrările lui despre teoria relativistă a electronului. În această teorie, care fusese bine verificată experimental, din considerente matematice trebuia trasă concluzia că, pe lângă electronii încărcați negativ, trebuia să mai existe un al doilea fel de particule, încărcate pozitiv. La început, Dirac încercase să identifice particulele ipotetice cu protonul, adică cu nucleul atomic al hidrogenului. Noi, ceilalți fizicieni, nu fuseserăm însă de acord, întrucât se putea demonstra aproape cu certitudine că masa acestor particule încărcate pozitiv trebuia să fie la fel de mare ca masa electronilor, pe când protonii sunt aproape de două mii de ori mai grei decât electronii. Mai mult, aceste particule ipotetice trebuiau să se comporte cu totul altfel decât materia obișnuită, și anume la ciocnirea cu un electron

obișnuit particula ipotetică trebuia să se transforme împreună cu electronul în radiație. De aceea numim astăzi asemenea particule „antimaterie".

Așadar, Niels ne arăta acum o imagine dintr-o cameră cu ceață, din care părea să rezulte existența unei „antiparticule". Se vedea o urmă de picături de apă, care era evident generată de o particulă venind dinspre partea superioară. Particula traversase apoi o placă de plumb și lăsase din nou o urmă pe partea cealaltă a plăcii. Camera cu ceață se aflase într-un câmp magnetic intens, așa încât urmele erau curbate din cauza forței magnetice. Densitatea picăturilor de apă corespundea exact celei așteptate pentru electroni. Din orientarea curburii însă trebuia trasă concluzia că era vorba de o sarcină electrică pozitivă, dacă particula venea într-adevăr dinspre partea superioară. Această din urmă presupunere se întemeia pe faptul că în partea superioară a plăcii curbura era mai mică decât în partea inferioară, ceea ce însemna că particula pierduse din viteză la traversarea plăcii de plumb. Ne-am tot întrebat dacă acest lanț de deducții era absolut obligatoriu. Ne era clar tuturor că era vorba de un rezultat cu implicații majore. După ce discuția noastră s-a concentrat o vreme asupra posibilelor erori experimentale, l-am întrebat pe Niels:

„Nu e ciudat că în toată discuția asta nu vorbim niciodată despre teoria cuantică? Ne comportăm ca și cum particula încărcată electric ar fi ceva asemănător cu o picătură de ulei încărcată electric sau cu bobițele din măduvă de soc din vechile aparate. Folosim fără nici o reținere conceptele fizicii clasice, de parcă nu am fi auzit niciodată de limitele acestor concepte sau de relațiile de nedeterminare. Oare în felul acesta nu apar greșeli?"

„Nu, absolut sigur că nu", răspunse Niels. „Face parte tocmai din esența unui experiment faptul că putem descrie ceea ce observăm cu ajutorul conceptelor din fizica clasică. Firește, în aceasta constă și paradoxul mecanicii cuantice. Pe de o parte formulăm legi diferite de cele ale fizicii

clasice, pe de alta folosim fără ezitare, atunci când măsurăm sau fotografiem, conceptele clasice. Iar acest lucru trebuie să-l facem fiindcă suntem siliți să folosim limbajul pentru a împărtăși altor oameni rezultatele experimentelor noastre. Un aparat de măsură este așadar un aparat de măsură doar dacă din rezultatul măsurătorii se poate trage cu ajutorul lui o concluzie univocă asupra fenomenului observat, deci dacă poate fi presupusă o conexiune cauzală strictă. Când observăm un fenomen atomic suntem siliți să tragem o linie de demarcație între fenomen și observator sau aparatul lui. Poziția acestei linii de demarcație este desigur arbitrară, dar în partea observatorului trebuie să folosim limbajul fizicii clasice, pentru că nu avem alt limbaj în care ne-am putea exprima rezultatele. Acum știm însă că în acest limbaj conceptele sunt inexacte, că au numai un domeniu limitat de aplicabilitate, dar suntem dependenți de acest limbaj și, în ultimă instanță, putem totuși înțelege cu ajutorul lui fenomenul, cel puțin indirect."

Felix interveni: „Nu ne-am putea închipui că, în momentul când vom înțelege mai bine teoria cuantică, vom putea renunța la conceptele clasice și vom putea vorbi mai ușor despre fenomenele atomice într-un limbaj nou creat?"

Niels răspunse: „Nu asta e problema noastră. Științele naturii se întemeiază pe faptul că observăm fenomene, iar rezultatele le împărtășim altora, pentru ca aceștia să le poată controla. Abia când cădem de acord asupra a ceea ce s-a întâmplat în mod obiectiv sau asupra a ceea ce se întâmplă mereu într-un mod regulat, avem o bază pentru a înțelege. Iar acest întreg proces al observației și comunicării se petrece practic cu ajutorul conceptelor fizicii clasice. Camera cu ceață este un aparat de măsură, ceea ce înseamnă că din această fotografie putem trage concluzia clară că o particulă încărcată pozitiv, care în rest are proprietățile electronului, a străbătut camera cu ceață. Pentru asta trebuie să putem avea încredere că aparatul

de măsură a fost construit corect, că a fost bine fixat pe masă, că și aparatul fotografic a fost atât de bine fixat încât să nu apară devieri în timpul fotografierii, că lentila a fost reglată corespunzător etc., adică trebuie să fim siguri că au fost îndeplinite toate acele condiții care trebuie satisfăcute conform fizicii clasice pentru o măsurătoare demnă de încredere. Dintre premisele de bază ale științei noastre face parte și faptul că vorbim despre măsurătorile noastre într-un limbaj care, în trăsăturile lui esențiale, are aceeași structură cu limbajul în care vorbim despre experiența din viața noastră de zi cu zi. Noi am aflat că acest limbaj este un instrument imperfect pentru a ne orienta și pentru a ne înțelege. Dar acest instrument este în același timp premisa științei noastre."

În timp ce stăteam la soare pe acoperișul cabanei și discutam despre fizică și filozofie, Christian făcuse o mică plimbare de explorare în poiana de lângă cabană. A adus o roză-a-vânturilor pe jumătate distrusă de zăpadă, pe care probabil o construiseră prietenii mei la una din ședințele lor anterioare, poate pentru a indica direcția și intensitatea vântului sau poate numai pentru că arăta caraghios. Am hotărât să construim o nouă roză-a-vânturilor mai bună. Niels, Felix și cu mine am încercat fiecare să cioplim câte una din lemnele de la bucătărie. În timp ce Felix și cu mine ne străduiam să obținem o formă aerodinamică ideală, adică un fel de elice, Niels și-a redus construcția la două suprafețe în unghi drept, în chip de aripi, pe care le-a cioplit dintr-o singură bucată de lemn în patru colțuri. Rezultatul final arătă că cele două elice ale noastre, concepute să fie forme ideale, erau atât de imperfect lucrate, încât abia se învârteau, în timp ce roata lui Niels era atât de bine echilibrată și de atent lucrată în toate detaliile, încât am recunoscut imediat că era cea mai bună și am instalat-o. Într-adevăr, se învârtea repede, fără dificultate, în bătaia vântului. Despre celelalte două încercări, Niels spuse numai: „Da, domnii sunt foarte ambițioși." Dar și el era fără îndoială ambițios în

privința lucrului bine făcut, iar asta se potrivea de minune cu poziția lui față de fizica clasică.

Seara jucam poker. În cabană aveam un patefon prost și câteva plăci și mai proaste cu șlagăre, dar dorința de a asculta asemenea muzică era minimă. Stilul în care jucam poker la cabană se deosebea de cel obișnuit. Combinația de cărți pe care se baza licitația era prezentată cu glas tare și lăudată, așa că era vorba aici și de o artă a persuasiunii în încercarea de a face credibilă în ochii celorlalți această combinație de cărți. Pentru Niels, era un motiv în plus de a filozofa asupra semnificației limbajului.

„Este clar că aici folosim limbajul în cu totul alt mod decât în știință", spuse el. „Nu poate fi vorba în acest caz de a reprezenta realitatea, ci de a o ascunde. Cacealmaua face parte, vrem nu vrem, din regulile jocului. Dar cum putem ascunde realitatea? Limbajul generează în mintea celui care ascultă imagini, reprezentări, care îndrumă apoi acțiunile lui și devin mai puternice decât presupunerile la care ar fi ajuns prin raționamente lucide. Dar de ce depinde reușita de a crea cu suficientă intensitate asemenea imagini în mintea ascultătorului? Desigur, nu doar de intensitatea sonoră cu care vorbim. Ar fi mult prea simplist. Și nici doar de un fel de rutină, cum capătă, de pildă, un agent de vânzări. Pentru că nici unul dintre noi nu are o asemenea rutină și nu ne putem închipui că am putea fi păcăliți de ea. Poate că această capacitate de a convinge depinde pur și simplu de cât de intens suntem noi înșine în stare să ne imaginăm acea combinație de cărți pe care vrem să o sugerăm celorlalți."

Această idee își găsi mai târziu în cursul jocului o confirmare neașteptată. Niels pretinse cu mare putere de convingere că are în mână cinci cărți de aceeași culoare. Se licită foarte sus, iar partea adversă în cele din urmă renunță, după ce fuseseră întoarse patru cărți. Niels câștigă o sumă importantă. După terminarea jocului, când Niels vru să ne arate plin de mândrie a cincea lui carte de aceeași culoare, descoperi înspăimântat că nu avusese cinci cărți

de aceeași culoare. Confundase un zece de cupă cu un zece de caro. Licitația lui fusese astfel de fapt o cacealma curată. După acest succes, mi-am amintit de discuția noastră din timpul drumeției prin Seeland și de puterea imaginilor care determină gândirea oamenilor de-a lungul secolelor.

Pe întinderile de zăpadă din jurul cabanei noastre seara se făcea frig destul de repede. Nici grogul tare care anima jocul de poker nu reușea să combată prea multă vreme frigul care se lăsa în camera prost încălzită. De aceea ne băgam repede în sacii noștri de dormit și ne întindeam pe saltelele de paie. În liniștea nopții, gândurile mele începură să se învârtă iarăși în jurul fotografiei din camera cu ceață pe care ne-o arătase Niels la prânz, pe acoperișul cabanei. Putea fi adevărat că electronii pozitivi preziși de Dirac existau în realitate și, dacă da, care erau consecințele? Cu cât mă gândeam mai intens la acest lucru, cu atât punea mai tiranic stăpânire pe mine acea stare de excitație ce se naște când suntem nevoiți să ne revizuim modul de a gândi în puncte de importanță fundamentală. Cu un an în urmă lucrasem la probleme legate de structura nucleului atomic. Descoperirea neutronului de către Chadwick întărise ideea că nucleul trebuie să fie compus din protoni și neutroni, ținuți laolaltă de forțe puternice, încă necunoscute. Asta părea perfect plauzibil. Cu mult mai problematică era însă propunerea ca în nucleul atomic, alcătuit din protoni și neutroni, să nu existe și electroni. Unii dintre prietenii mei mă criticaseră foarte dur pentru această ipoteză. Ei spuseseră: „Se poate doar vedea că la emisia β radioactivă electronii părăsesc nucleul." Dar eu îmi închipuisem neutronul ca fiind compus din proton și electron, iar această construcție numită neutron trebuia să fie la fel de mare ca și protonul, din motive încă necunoscute. Forțele intense nou descoperite, care țineau la un loc nucleul atomic, păreau empiric să nu se schimbe când protonul era înlocuit cu un neutron. Simetria putea deveni credibilă dacă se presupunea că

această forță provenea din schimbul de electroni între cele două particule grele. Dar această reprezentare avea două neajunsuri care dădeau de gândit. În primul rând nu era așa simplu de acceptat că asemenea forțe intense nu puteau exista și în interacțiunea proton-proton sau neutron-neutron. Iar apoi era de neînțeles de ce aceste două forțe păreau empiric la fel de mari, până la micile diferențe date de interacțiunea electrică. În plus, neutronul avea empiric atât de multe asemănări cu protonul, încât nu părea rezonabil ca unul să fie simplu, iar celălalt compus.

Dacă însă electronul pozitiv (sau, cum spunem astăzi, pozitronul) prezis de Dirac exista într-adevăr, atunci situația se modifica. Pentru că, în acest caz, ne puteam imagina și protonul ca fiind compus, și anume dintr-un neutron și un pozitron, iar în acest caz, simetria dintre proton și neutron era dintr-odată complet restabilită. Mai avea vreun sens atunci să spunem că electronul sau pozitronul se află în nucleul atomic? Nu puteau fi generate din energie, asemănător cu procesul invers, când, conform teoriei lui Dirac, un electron și un pozitron se transformă împreună în radiație? Dar dacă energia se poate transforma în perechi de electroni și pozitroni și invers, se mai putea în general pune întrebarea din câte particule e alcătuită o construcție precum nucleul atomic?

Până atunci crezuserăm cu toții în reprezentarea lui Democrit care poate fi sintetizată prin afirmația: „La început a fost particula." Se presupunea că materia vizibilă era alcătuită din entități mai mici și, dacă continuăm mereu să divizăm, am ajunge în cele din urmă la cele mai mici entități, pe care Democrit le numise „atomi" și pe care acum le-am numi „particule elementare", de pildă „protoni" sau „electroni". Dar poate că toată această filozofie era greșită. Poate că nici nu existau cele mai mici părți componente care nu mai pot fi divizate. Poate că materia putea fi divizată mereu și mereu, dar în cele din urmă nici nu mai este vorba de divizare, ci de transformarea energiei în materie, iar părțile nu sunt mai mici

decât ceea ce a fost divizat. Dar atunci, ce a fost la început? O lege a naturii, matematica, simetria? „La început a fost simetria". Asta suna ca filozofia lui Platon din *Timaios*, iar lectura mea pe acoperișul Seminarului teologic de la München din vara anului 1919 îmi reveni în memorie. Dacă particula din fotografia făcută în camera cu ceață era cu adevărat pozitronul lui Dirac, atunci cu aceasta se deschidea poarta către un teritoriu nou, neînchipuit de vast, și se puteau deja bănui, deocamdată vag, drumurile pe care trebuia înaintat în acest teritoriu. În cele din urmă, tot gândindu-mă la asemenea probleme, am adormit.

În dimineața următoare cerul era la fel de albastru ca în ajun. Ne-am pus imediat schiurile și am pornit prin poiana Himmelmoos spre micul lac de lângă poiana Seeon, iar de acolo mai departe printr-o șa în valea singuratică de dincolo de muntele Großen Traithen și înapoi spre culmea muntelui pe care se afla cabana noastră. Pe creasta care duce de la vârful muntelui spre est am fost cu toții, întâmplător, martorii unui fenomen meteorologic și optic ciudat. Vântul slab, bătând dispre nord, împingea în sus pe coama muntelui un nor subțire de ceață care, ajungând la șaua pe care ne aflam, era luminat intens de soare; umbrele noastre puteau fi recunoscute clar pe nor și vedeam umbra capului fiecăruia dintre noi înconjurată de o strălucire intensă, asemenea unui inel luminos. Niels, pe care îl bucura din cale-afară fenomenul neobișnuit, ne povesti că auzise demult despre el și aflase că această lumină pe care o vedeam și noi acum fusese modelul vechilor pictori pentru aureola din jurul capetelor sfinților. „Și poate că e semnificativ faptul că această lumină nu apare decât în jurul umbrei capului", adăugă el, clipind ușor din ochi. Această observație produse desigur mare voioșie și fu prilej pentru diverse reflecții autocritice. Dar acum doream să ne întoarcem repede la cabană și am organizat un concurs pentru coborârea de pe munte. Prin stilul destul de ambițios de a schia pe care îl aveam Felix și cu mine, am avut ghinionul de a mai declanșa o

avalanșă destul de mare la trecerea pe un versant. Dar din fericire am rămas deasupra avalanșei și am ajuns cu toții, chiar dacă la intervale mari de timp, nevătămați la cabană. Era acum rândul meu să pregătesc masa de prânz, iar Niels, care era puțin obosit, se așeză cu mine la bucătărie, în timp ce ceilalți, Felix, Carl Friedrich și Christian, se întinseseră la soare pe acoperiș. Am profitat de ocazie pentru a continua discuția pe care o începuserăm sus în șa.

„Explicația ta despre aureola sfinților este fără îndoială foarte frumoasă și chiar sunt dispus să accept că e măcar în parte adevărată", am spus eu. „Totuși, nu sunt decât pe jumătate mulțumit, pentru că odată, într-un schimb de scrisori cu un pozitivist prea zelos al Școlii de la Viena, am susținut altceva. Mă supărasem atunci pentru că pozitiviștii se comportă ca și cum fiecare cuvânt ar avea un sens bine determinat și ar fi interzis să-l folosești în alt sens. I-am scris atunci ca exemplu că este fără doar și poate inteligibilă afirmația cuiva care spune despre un om pe care îl onorează că încăperea în care acesta intră devine mai luminoasă. Desigur, mi-e limpede că fotometrul nu ar înregistra o diferență a intensității luminoase în cameră. Dar m-am apărat împotriva ideii că numai sensul pe care fizica îl dă cuvântului «luminos» este cel propriu, iar celălalt sens ar fi valabil doar prin extensie. Mi-aș putea închipui așadar că și experiența pe care tocmai am pomenit-o a contribuit într-un fel sau altul la inventarea aureolei."

„Evident că sunt dispus să accept și această explicație și suntem în mult mai mare măsură de aceeași părere decât îți închipui", răspunse Niels. „Bineînțeles că limba are acest caracter specific de ambiguitate. Nu știm niciodată exact ce înseamnă un cuvânt, iar sensul a ceea ce spunem depinde de legarea cuvintelor în propoziție, de contextul în care o propoziție este enunțată, de nenumăratele condiții colaterale pe care nici nu le putem enumera în totalitate. Dacă citești lucrările filozofului american

William James, vei vedea că a descris toate acestea minunat de exact. El arată cum, la fiecare cuvânt pe care îl auzim, apare desigur un anumit sens, deosebit de important, al acestui cuvânt în conștiința noastră, dar pe lângă acesta, în penumbra conștiinței, devin vizibile și plutesc și alte sensuri, care la rândul lor se leagă de alte concepte, iar efectele se propagă până în adâncul subconștientului. Așa se întâmplă în limbajul obișnuit și cu atât mai mult se întâmplă în limbajul poeților. Toate acestea sunt valabile într-un anumit grad și pentru limbajul științelor naturii. În mod special în fizica atomică natura ne-a învățat din nou cât de limitat poate fi domeniul de aplicabilitate al unor concepte, care înainte ni se păreau complet determinate și neproblematice. Nu e nevoie decât să ne gândim la concepte precum «poziție» și «viteză».

Dar desigur că a fost și o mare descoperire a lui Aristotel și a vechilor greci faptul că limbajul poate fi în asemenea măsură idealizat și precizat încât devin posibile lanțuri deductive logice. Un asemenea limbaj precis este mult mai îngust decât limba obișnuită, dar este de o valoare inestimabilă pentru științele naturii.

Reprezentanții pozitivismului au desigur dreptate când subliniază valoarea unui asemenea limbaj și când ne avertizează cu insistență că limba poate deveni lipsită de conținut atunci când părăsim domeniul formulării logice stricte. Dar poate că prin asta ei au neglijat faptul că în științele naturii putem în cel mai bun caz să ne apropiem de acest ideal, dar în nici un caz nu-l putem atinge. Pentru că deja limbajul în care ne descriem experimentele conține concepte al căror domeniu de valabilitate nu îl putem delimita exact. Am putea desigur spune că schemele matematice cu care noi, ca fizicieni teoreticieni, reprezentăm natura au sau ar trebui să aibă acest grad de precizie. Dar toată problematica reapare în punctul unde comparăm schema matematică cu natura. Pentru că la un moment dat trebuie să facem trecerea de la limbajul

matematic la limba obișnuită, dacă vrem să afirmăm ceva despre natură. Și exact acesta e scopul științelor naturii."

Continuând discuția, am spus: „Critica pozitiviștilor se îndreaptă mai ales împotriva așa-numitei filozofii de școală, iar aici în primul rând împotriva metafizicii și a legăturilor ei cu problemele religiei. Pozitiviștii spun că în aceste domenii se vorbește mult despre false probleme care, la o analiză verbală atentă, s-ar dovedi inexistente. În ce măsură ți se pare această critică îndreptățită?"

Niels răspunse: „Fără îndoială că și într-o asemenea critică există o bună doză de adevăr și putem învăța multe din ea. Obiecția mea împotriva pozitivismului nu provine din faptul că aș fi mai puțin sceptic în această privință, ci din aceea că, tocmai dimpotrivă, mă tem că nici în științele naturii s-ar putea să nu stăm mult mai bine. Formulând într-un mod exagerat, aș spune că, în timp ce în religie renunțăm de la bun început să dăm un sens univoc cuvintelor, în științele naturii pornim de la speranța — sau de la iluzia — că ar fi posibil cândva, într-un viitor îndepărtat, să se dea cuvintelor un sens unic bine precizat. Dar, repet, cred că se poate învăța mult din această critică a pozitiviștilor. De pildă, nu pot vedea ce înseamnă expresia folosită în limba curentă: «sens al vieții». Cuvântul «sens» ar trebui să reprezinte întotdeauna o legătură între ceva, despre al cărui sens este vorba, și altceva, cum ar fi o intenție, o reprezentare, un plan. Dar viața? Aici ne referim la întreg, adică viața împreună cu lumea în care trăim — și atunci nici nu există altceva cu care am putea s-o punem în legătură."

Eu am replicat: „Dar știm totuși ce vrem să spunem când vorbim despre sensul vieții. Desigur, sensul vieții depinde de noi înșine. Iar eu sunt de părere că prin această expresie desemnăm modelarea propriei noastre vieți prin care ne integrăm în marea conexiune; poate că este numai o imagine, ceva ce ne-am propus, ceva în care credem, și totuși ceva ce putem înțelege bine."

Niels tăcu gânditor, apoi spuse: „Nu, sensul vieții constă în faptul că nu are sens să spunem că viața nu

are sens. Nemăsurată e toată această aspirație spre cunoaștere."

„Dar cu asta nu ești totuși prea sever cu limba? Știi doar că la vechii înțelepți chinezi conceptul de «tao» stătea în fruntea filozofiei, iar «tao» este deseori tradus prin «sens». Înțelepții chinezi probabil că nu ar fi avut nimic de obiectat împotriva unei legături între «tao» și «viață»."

„Dacă folosim cuvântul «sens» într-un mod atât de general, s-ar putea ca lucrurile să arate altfel. Și nici unul dintre noi nu poate spune cu siguranță ce înseamnă de fapt cuvântul «tao». Dar dacă tot vorbești despre filozofii chinezi și despre viață, atunci mă simt mai apropiat de una dintre vechile lor legende. Se povestește acolo despre trei filozofi care iau o înghițitură de oțet. Trebuie să știi că în China oțetul se numește «apa vieții». Primul filozof spuse: «E acru», al doilea: «E amar», al treilea însă, care era pesemne Lao-tse, strigă: «E răcoritor»."

Carl Friedrich a venit în bucătărie să afle dacă masa era gata. I-am zis să-i cheme pe ceilalți și să aducă farfuriile de aluminiu și tacâmurile, căci puteam mânca imediat. Ne-am așezat la masă, iar vechiul proverb „Foamea este cel mai bun bucătar" s-a dovedit și de această dată adevărat, spre marea mea satisfacție. După masă, la împărțirea treburilor, Niels fu însărcinat cu spălatul vaselor, eu cu curățenia în bucătărie, iar ceilalți trebuiau să taie lemne sau să facă ordine în cabană. Inutil să pomenesc că într-o asemenea cabană de munte pretențiile de igienă nu puteau fi aceleași ca la oraș. Niels făcu o observație pe această temă: „Cu spălatul vaselor e la fel ca și cu limba. Avem apă de spălat murdară și cârpe de bucătărie murdare și totuși în cele din urmă reușim să curățăm cu ele farfuriile și paharele. Așa se întâmplă și cu limba: avem concepte neclare și o logică cu un domeniu de aplicabilitate restrâns într-o manieră pe care nu o cunoaștem și totuși reușim să aducem cu ele claritate în înțelegerea noastră asupra naturii."

Zilele următoare vremea a fost schimbătoare și am întreprins excursii mai lungi sau mai scurte, un urcuș pe Trainsjoch și exerciții de schi pe panta de la Unterberger-Alm. Într-o după-masă, când Carl Friedrich și cu mine am încercat să ne apropiem, pentru a face fotografii, de o turmă de capre negre care venise pe panta abruptă a muntelui Traiten căutând hrană, discuția s-a îndreptat din nou spre problema limbii. Nu reușiserăm să păcălim caprele și să ne apropiem suficient de turmă. Am admirat instinctul animalelor care le permite să recunoască în cel mai mic semn — o urmă în zăpadă, un pocnet de ramură sau o adiere de vânt — aproprierea omului, să-l perceapă drept pericol și să aleagă rapid cel mai potrivit drum de fugă. Acesta a fost pentru Niels prilejul de a medita asupra diferenței dintre intelect și instinct.

„Poate că au reușit să fugă de voi tocmai datorită faptului că nu au stat să se gândească sau să vorbească despre ce se întâmplă, cum facem noi. Dar și fiindcă întregul lor organism este specializat exact pentru a se apăra și a se adăposti de agresori pe pantele abrupte ale munților. O specie de animale va dezvolta în cursul procesului de selecție anumite însușiri ale corpului până aproape de perfecțiune. Astfel, ele sunt dependente de un anume mod de a face față luptei pentru supraviețuire. Însă când condițiile mediului înconjurător se schimbă foarte mult, ele nu se mai pot adapta și sunt condamnate să dispară. Există pești care pot aplica șocuri electrice, și în felul acesta se apără de dușmani. Există alții a căror formă și culoare sunt atât de bine adaptate nisipului de pe fundul mării, încât atunci când se află acolo nici nu mai pot fi deosebiți de mediul din jurul lor, iar astfel se feresc de agresori. Numai la om specializarea a avut loc într-un alt mod. Sistemul lui nervos, care îi permite să gândească și să vorbească, poate fi privit ca un organ cu care poate acționa în spațiu și timp pe domenii mult mai largi decât un animal. Omul își poate aminti ce a fost și poate prevedea ce se va întâmpla probabil în viitor. Poate

să-și imagineze ce se întâmplă la o distanță spațială mare și poate folosi experiențele altor oameni. Prin toate acestea devine, într-un anume fel, mult mai flexibil, mult mai adaptabil decât orice animal și putem vorbi despre o specializare în flexibilitate. Dar desigur că, prin această dezvoltare preferențială a gândirii și vorbirii sau, mai general, prin această preponderență a intelectului, capacitatea comportamentului instinctiv îndreptat către un anumit scop va scădea în diverse situații speciale. Prin aceasta, omul este inferior animalelor în multe privințe. El nu are un miros atât de dezvoltat ca, de pildă, caprele negre și nici nu poate sări urcând sau coborând o pantă abruptă atât de sigur ca ele. Dar poate compensa aceste defecte prin faptul că acționează în domenii mai largi de spațiu și timp. În acest sens, dezvoltarea limbajului este, fără îndoială, pasul hotărâtor. Pentru că vorbirea, și astfel indirect gândirea, este o însușire care, spre deosebire de toate celelalte însușiri ale corpului, nu se dezvoltă în individul izolat, ci între indivizi. Numai de la alți oameni învățăm să vorbim. Limba este într-un anumit sens o rețea întinsă între oameni și noi toți suntem prinși, cu gândirea noastră și cu posibilitățile noastre de cunoaștere, în această rețea."

Am adăugat: „Când îi auzim pe pozitiviști sau pe logicieni vorbind despre limbaj, se creează impresia că formele și posibilitățile de expresie ale limbajului pot fi privite și analizate complet independent de selecție, de cele petrecute în cursul evoluției biologice. Dacă însă comparăm intelectul și instinctul așa cum tocmai ai făcut-o, atunci am putea și să ne închipuim că în diferitele regiuni ale pământului au apărut forme ale intelectului și ale limbajului complet diferite. Într-adevăr, și gramaticile diverselor limbi sunt foarte diferite și poate că diferențele în gramatică conduc la diferențe în logică."

„Desigur că pot exista diferite forme ale gândirii și ale vorbirii, așa cum există diferite rase sau diferite specii de organisme", răspunse Niels. „Dar, după cum toate aceste

organisme sunt construite conform acelorași legi ale naturii, ba chiar cu aproape aceleași legături chimice, tot astfel la baza diferitelor posibilități ale logicii trebuie să stea anumite forme fundamentale, care nu sunt create de oameni și care, complet independent de noi, fac parte din realitate. Aceste forme joacă apoi un rol decisiv în procesul de selecție, dar nu sunt rezultatul acestui proces."

Carl Friedrich continuă discuția: „Să revenim la diferența dintre noi și caprele negre. Adineauri am avut impresia că, după părerea ta, intelectul și instinctul se exclud reciproc. Să înțeleg asta în sensul că prin procesul de selecție se dezvoltă în mare măsură fie una din însușiri, fie cealaltă, însă nu ne putem aștepta la dezvoltarea simultană a ambelor? Sau te gândești la un autentic raport de complementaritate, astfel încât una dintre posibilități s-o excludă pe cealaltă complet?"

„Ce vreau să spun este doar că cele două moduri de a te descurca în lume sunt radical diferite. Dar desigur că multe dintre acțiunile noastre sunt determinate de instincte. Mi-aș putea închipui că, în aprecierea pe care o facem asupra unui alt om când vrem bunăoară să ghicim din felul cum arată dacă este inteligent, dacă putem comunica bine cu el, nu numai experiența joacă un rol, ci și instinctul."

În timpul acestei discuții, câțiva dintre noi ne ocupam deja cu ordinea în cabană. Pentru că în câteva zile se termina vacanța, Niels se apucase să se radă. Până atunci arătase aproape ca un bătrân tăietor de lemne norvegian care a petrecut multe săptămâni în pădure, departe de civilizație. Acum, Niels admira în oglindă cum se transforma la loc, în timp ce se rădea, într-un profesor de fizică. Meditând asupra acestui fapt, spuse: „Și o pisică ar arăta inteligentă, dacă ar fi rasă?"

Seara am jucat din nou poker și, pentru că în stilul în care jucam limba și modul în care ne lăudam fiecare combinație de cărți din mână aveau o importanță atât de mare, Niels propuse să încercăm o dată să jucăm fără cărți. Credea că în felul acesta vor câștiga probabil

Christian și Felix, fiindcă el era incapabil să reziste la arta persuasiunii demonstrată de cei doi. Am făcut această încercare, dar rezultatul a fost că de fapt nu se putea juca cu adevărat. Niels comentă:

„Această propunere a fost desigur o supraevaluare a limbii, pentru că limba depinde de legătura ei cu realitatea. La jocul de poker autentic se află totuși niște cărți pe masă. Limba este folosită pentru a completa această parte reală a imaginii cu cât mai mult optimism și putere de convingere. Dar dacă se pornește fără nici o realitate, nimeni nu mai poate sugera ceva în mod credibil."

Când s-au terminat zilele de vacanță, am coborât cu bagajul nostru pe drumul cel mai scurt spre vale, între Bayrischzell și Landl. Era o zi caldă și însorită, iar în vale, unde nu mai era zăpadă, înfloreau între copaci anemone de munte și poienile erau pline de ciubotica-cucului galbenă. Bagajul nostru fiind greu, am tocmit la hanul Zipfelwirt o căruță cu doi cai. Și încă o dată am reușit să uităm că trebuia să ne întoarcem într-o lume plină de dezastre politice. Cerul era la fel de luminos ca și chipurile celor doi tineri, Carl Friedrich și Christian, care stăteau cu noi în căruță. Astfel am coborât de la munte în plină primăvară bavareză.

12

REVOLUȚIE ȘI VIAȚĂ UNIVERSITARĂ (1933)

Când m-am întors la institutul meu din Leipzig la începutul semestrului de vară al anului 1933, distrugerea avea loc deja din plin. Mai mulți dintre cei mai buni participanți la seminarul meu părăsiseră Germania, alții se pregăteau de fugă. Și excelentul meu asistent Felix Bloch se hotărâse să emigreze și desigur mi-am pus și eu întrebarea dacă rămânerea mea în Germania mai putea avea vreun sens rațional. Din această perioadă de gânduri chinuitoare despre ceea ce ar fi fost mai bine de făcut mi-au rămas în memorie în special două discuții care m-au ajutat foarte mult: una cu un tânăr student național-socialist care venea la cursurile mele, cealaltă cu Max Planck.

Locuiam pe atunci într-un mic apartament mansardat, cu pereți oblici, la ultimul etaj al institutului meu. Când mă mutasem în apartament, îmi cumpărasem de la firma Blüthner din Leipzig, ca principală piesă pentru interior, un pian cu coadă la care deseori cântam seara, singur sau împreună cu prietenii, făcând muzică de cameră. Cum pe lângă toate activitățile mele profesionale mai luam și lecții de pian la conservator cu pianistul Hans Beltz, trebuia să folosesc câteodată pauza de prânz pentru a studia la pian, iar în acele săptămâni tocmai îmi propusesem să studiez concertul în la minor de Schumann.

Într-o după-amiază, părăsindu-mi locuința după o asemenea oră de studiu la pian ca să cobor la institut, am zărit pe banca de sub fereastra culoarului din fața apartamentului meu un tânăr student pe care îl văzusem

uneori la cursurile mele purtând uniforma cafenie. Ușor jenat, se ridică în picioare și mă salută, iar eu l-am întrebat dacă vrea să vorbească cu mine.

Nu, răspunse el puțin încurcat, a vrut doar să asculte muzica. Dar fiindcă tot pusesem întrebarea, mi-ar fi totuși recunoscător dacă ar putea vorbi cu mine. L-am poftit în sufragerie și aici mi se confesă:

„Asist la cursurile dumneavoastră și știu că pot învăța ceva din ele. Dar în afară de asta, nu există nici o legătură cu dumneavoastră. Din când în când am mai stat aici în fața ușii și am ascultat muzică atunci când studiați. Altminteri am foarte rar ocazia să ascult muzică. Știu de asemenea că ați fost în mișcarea de tineret în care am fost și eu. Dar dumneavoastră nu veniți niciodată la întrunirile noastre, indiferent dacă e vorba de o adunare a studenților național-socialiști, a tineretului hitlerist sau a unui cerc mai larg. Eu însumi sunt conducătorul unei grupe din mișcarea hitleristă și mi-ar plăcea foarte mult să vă văd la una din întrunirile noastre. Dumneavoastră însă vă purtați ca și cum ați face parte din cercul închis al vechilor profesori conservatori care nu mai pot trăi decât în lumea de ieri și pentru care noua Germanie ce ia naștere acum este total străină, ca să nu spun detestabilă. Dar eu pur și simplu nu-mi pot închipui cum cineva care este atât de tânăr ca dumneavoastră și care face muzică cu atâta vitalitate, poate fi față de noi, tineretul care reconstruiește sau vrea să reconstruiască astăzi Germania din temelii, atât de străin și lipsit de înțelegere. Avem nevoie de oameni cu mai multă experiență decât noi, dispuși să participe pe la această reconstrucție. Vă deranjează poate faptul că acum se petrec și lucruri urâte, că oameni nevinovați sunt urmăriți sau siliți să emigreze. Dar vă rog să mă credeți că asemenea nedreptăți mi se par și mie cumplite și sunt convins că nici unul dintre prietenii mei nu ar participa la așa ceva. Probabil că într-o mare revoluție e inevitabil ca sub tensiunea de la început să se meargă prea departe și ca după primele succese să participe la

mișcare și oameni de proastă calitate. Dar se poate spera ca, după o scurtă perioadă de tranziție, să fie excluși. Tocmai de aceea avem nevoie de acțiunea tuturor celor care vor să construiască urmând calea cea dreaptă, care ar aduce de pildă în interiorul mișcării mai multe din acele gânduri ce erau vii în mișcarea de tineret. De aceea, vă rog să-mi spuneți de ce nu vreți să aveți de-a face cu noi."

„Dacă ar fi vorba numai despre studenții tineri, atunci poate că m-aș încumeta ca prin dialog și acțiune comună să contribui și eu la impunerea opiniilor celor pe care îi consider a fi cei buni. Dar acum s-au pus în mișcare mari mase populare, și atunci nu se va ține seama de părerea celor câțiva studenți și profesori. Mai mult, prin atitudinea disprețuitoare la adresa așa-numiților intelectuali, conducătorii revoluției au făcut ca poporul să nu mai poată lua în serios chemările la rațiune ce ar veni din partea unor persoane cu un spirit mai subtil. Așadar, eu trebuie să vă întorc întrebarea: de unde știți că edificați o nouă Germanie? Nu pot începe prin a pune la îndoială bunele intenții în acest sens. Dar, până una-alta, tot ce știm sigur este că vechea Germanie e pe cale să fie distrusă, că se comit foarte multe nedreptăți, iar tot restul nu este decât un vis, o dorință. Dacă ați încerca să schimbați și să îmbunătățiți numai acolo unde au apărut neajunsuri, atunci aș mai putea fi de acord. Dar ceea ce se întâmplă în realitate este cu totul altceva. Trebuie să înțelegeți că nu pot participa la distrugerea Germaniei, acest lucru e evident."

„Sunteți nedrept cu noi. Doar nu vreți să pretindeți și dumneavoastră că prin mici retușuri se mai poate realiza ceva. De la sfârșitul ultimului război lucrurile s-au înrăutățit an de an. Este adevărat că am pierdut războiul, că ceilalți au fost mai puternici și asta înseamnă că putem învăța ceva din cele ce s-au petrecut. Dar ce s-a întâmplat de atunci încoace? S-au deschis localuri de noapte și cabarete și au fost batjocoriți toți aceia care s-au străduit,

care au făcut eforturi, care au făcut sacrificii. De ce toată aberația asta? Distrați-vă, războiul este pierdut, poftiți la alcool și la femei frumoase. Iar în economie, corupția a depășit orice măsură imaginabilă. Când guvernul nu a mai avut bani, pentru că erau de plătit despăgubiri de război sau pentru că oamenii deveniseră prea săraci ca să mai plătească impozite, atunci pur și simplu a tipărit bani. De ce nu? Că o mulțime de oameni bătrâni și slabi au fost înșelați, că și-au pierdut cu ocazia asta tot restul avutului și că au fost condamnați să moară de foame, asta nu interesa pe nimeni. Guvernul avea destui bani, bogații deveneau din ce în ce mai bogați, săracii din ce în ce mai săraci. Trebuie să recunoașteți că în cele mai mari scandaluri de corupție din ultima vreme erau întotdeauna implicați și evrei."

„Și de aici trageți concluzia că aveți dreptul să-i considerați pe evrei ca pe o specie aparte de oameni, să vă comportați cu ei în mod rușinos și să-i goniți din Germania? De ce nu lăsați justiția să-i condamne pe cei care au comis nedreptăți, indiferent de credință și de rasă?"

„Tocmai pentru că acest lucru nu se întâmplă. Justiția a devenit de multă vreme o justiție politică ce urmărește doar să perpetueze la nesfârșit starea de decădere din trecut și apără numai clasa dominantă, fără să se sinchisească de bunăstarea întregului popor. Priviți numai cât de blânde au fost condamnările chiar și în cele mai grave scandaluri de corupție. Spiritul descompunerii se întinde și în multe alte domenii. În expozițiile de artă modernă sunt prezentate și lăudate ca mari opere de artă cele mai absurde și mai confuze lucruri, iar când oamenilor simpli nu le place, li se spune «asta nu puteți pricepe, sunteți prea proști». Dar s-a ocupat cumva statul de oamenii săraci? Se pretinde că există instituții sociale bune, că se are grijă ca nimeni să nu moară de foame. Dar este suficient să dai săracilor exact atât cât să nu moară de foame, iar mai departe să nu te ocupi de ei în nici un fel? Trebuie să recunoașteți că noi facem aceste lucruri mult

mai bine. Suntem alături de muncitori, facem antrenamente împreună în aceleași organizații SA, colectăm mâncare și îmbrăcăminte pentru săraci, mergem împreună cu muncitorii la adunări și simțim că sunt fericiți că luăm parte la viața lor. Acesta este fără îndoială un progres. În cei 14 ani dinainte, fiecare și-a văzut doar de propriul său buzunar. Singurul lucru care conta era să ai haine mai bune decât vecinul, să ai o locuință mai bogată, atât cât să ți se pară că ești superior altora. Iar deputații din parlament nu au vrut decât să obțină cât mai mari avantaje materiale pentru propriul partid. Fiecare îi reproșa celuilalt setea de îmbogățire, numai pentru a putea să se îmbogățească el însuși și mai mult. Nimeni nu s-a mai gândit la binele colectiv. Iar când nu se puteau înțelege, atunci se luau la bătaie sau azvârleau călimara cu cerneală. Toate acestea s-au încheiat, și nu-i un motiv de nefericire."

„Nu v-ați gândit niciodată că, după 1919, poporul german trebuia mai întâi să învețe să se conducă singur, că nu era deloc atât de simplu de acceptat că trebuie respectate de bunăvoie drepturile celorlalți oameni, atunci când puterea nu se mai preocupă să intervină cu autoritatea ei pentru a elimina nedreptățile?"

„E posibil să fie așa, dar partidele au avut la dispoziție 14 ani ca să învețe aceste lucruri și, în realitate, în fiecare an situația s-a înrăutățit, nu s-a îmbunătățit. Dacă noi, în interiorul Germaniei, nu facem decât să ne luptăm și să ne înșelăm pe unul pe altul, atunci nu ne putem mira că respectul de care se bucură Germania în străinătate nu face decât să scadă și că străinătatea ne va înșela la rândul ei. La Liga Națiunilor se vorbește despre dreptul la autodeterminare al națiunilor, dar bineînțeles că sud-tirolezii nu sunt întrebați cu cine vor să se unească — Tirolul de Sud face parte din Italia. Și se mai trăncănește acolo despre securitate și dezarmare, dar ce vor să spună de fapt este dezarmarea Germaniei și securitatea celorlalți. Nu ne puteți reproșa nouă, tinerilor, că nu mai vrem să

participăm la această minciună generalizată. În fond, nici dumneavoastră nu puteți dori așa ceva."

„Iar dumneavoastră credeți că Führer-ul dumneavoastră, Adolf Hitler, este mai cinstit?"

„Pot să-mi închipui că nu vă este simpatic Hitler, pentru că vi se pare prea primitiv. Dar, din moment ce se adresează poporului simplu, trebuie să și folosească limba acestuia. Nu vă pot demonstra că este mai cinstit, dar veți vedea în curând că va avea mai mult succes decât politicienii noștri de până acum. Veți vedea că adversarii Germaniei din ultimul război vor face mult mai multe concesii lui Hitler decât au făcut predecesorilor lui, și asta din simplul motiv că de acum încolo ar trebui să facă ei înșiși sacrificii, dacă vor să continue cu nedreptatea. În anii trecuți, acest lucru era mult mai simplu, pentru că guvernul german a fost de acord cu orice constrângere impusă din afară."

„Chiar dacă ați avea dreptate cu ce spuneți, tot nu știu dacă o concesie obținută prin constrângere de la ceilalți ar putea fi numită un real succes al mișcării dumneavoastră sau al lui Hitler. Pentru că, cu fiecare schimbare obținută în felul acesta, prin constrângere, Germania își va face și mai mulți dușmani, iar din ultimul război ar fi trebuit totuși să fi înțeles unde duce principiul «Mulți dușmani, multă onoare»."

„Sunteți așadar de părere că Germania trebuie să rămână liniștită ca națiune batjocorită și disprețuită de toți, că trebuie să suporte orice, că este singura vinovată de ultimul război, pentru că i s-a inventat această vină, dar în fond doar pentru că a pierdut ultimul război — găsiți că toate acestea sunt de suportat?"

„Aici ne înțelegem greu și trebuie să vă explic mai pe larg ce vreau să spun", am încercat eu să-l calmez. „Mai întâi, găsesc că țări precum Danemarca, Suedia sau Elveția trăiesc și ele destul de bine, deși în ultima sută de ani nu au câștigat nici un război și din punct de vedere militar sunt relativ slabe. Ele își pot păstra de altfel

specificul chiar și în această stare de semidependență față de marile puteri. De ce să nu ne dorim același lucru? Puteți răspunde că suntem un popor mult mai mare și economic mult mai puternic decât suedezii sau elvețienii. Și de aceea am fi îndreptățiți să avem mai multă influență asupra celor ce se întâmplă în lume. Dar eu încerc să mă gândesc în acest context la un viitor ceva mai îndepărtat. Schimbările în structura lumii la care suntem martori acum au fără îndoială o anumită asemănare cu transformările petrecute în Europa la trecerea de la Evul Mediu la modernitate. Progresul tehnicii, și în special al tehnicii militare, a avut drept consecință faptul că entitățile politice până atunci independente, cum erau cetățile și orașele, au dispărut — cel puțin au dispărut ca entități politice independente — și au fost înlocuite prin entități mai mari, prin state cu teritorii mai mari sau mai mici. După încheierea acestui proces, pentru orașe nu mai era un avantaj important să întrețină cu costuri foarte ridicate ziduri și șanțuri de apărare. Dimpotrivă, un oraș mic, care renunța la zidurile de apărare, se putea uneori întinde mai ușor și mai repede decât un oraș mai mare a cărui creștere era limitată de prezența unor asemenea ziduri. Și în vremea noastră tehnica face progrese uriașe, iar tehnica militară s-a schimbat radical odată cu inventarea avionului. Și astăzi poate fi recunoscută fără dubiu tendința de formare a unor entități politice mai mari, care depășesc granițele statului național. De aceea ar fi poate mai bine pentru securitatea țării noastre dacă am renunța în mare măsură la înarmare și în locul ei am încerca, prin eforturi economice, să ne îndreptăm în direcția unor raporturi de bună vecinătate cu națiunile ce ne înconjoară. Sporirea înarmării ar genera probabil doar creșterea forțelor potrivnice în celelalte țări și astfel, în final, scăderea securității noastre. Apartenența la o comunitate politică mai mare ar putea fi o apărare mult mai bună. Cu toate aceste lucruri vreau doar să spun că este întotdeauna foarte greu să judeci valoarea unor

scopuri politice a căror îndeplinire se află departe în viitor. De aceea cred că nu poți niciodată judeca o mișcare politică după scopurile ei, pe care le declară sus și tare și pe care poate chiar vrea să le realizeze, ci numai după mijloacele pe care le folosește pentru a-și duce la îndeplinire aceste scopuri. Aceste mijloace sunt deopotrivă de rele și la național-socialiști și la comuniști, ele arată că nici măcar autorii inițiali nu mai cred în forța de convingere a ideilor lor. De aceea nu pot să mă apropii de nici una din cele două mișcări și sunt convins, spre tristețea mea, că ambele nu pot aduce decât nefericire pentru Germania."

„Dar trebuie să recunoașteți că nu s-a ajuns la nici un rezultat folosind mijloacele bune. Mișcarea de tineret nu a organizat demonstrații, nu a spart ferestre și nu și-a bătut adversarii. A încercat să stabilească noi valori numai prin exemplul personal. Dar s-a îmbunătățit ceva prin asta?"

„Poate că în viața pur politică, nu. Dar în domeniul culturii, mișcarea de tineret a dat roade. Gândiți-vă la universitățile populare și la meșteșugurile artistice, la Bauhaus Dessau, la interesul pentru muzica veche, la cercurile de muzică corală și la teatrele de amatori. Nu sunt toate acestea un câștig?"

„Da, poate. Desigur că nu vreau să neg toate aceste realizări și mă bucur de ele. Dar Germania trebuie eliberată și în domeniul politic din starea de descompunere din interior și de tutelă din exterior. Iar aceasta pare să nu fie cu putință doar folosind mijloacele bune. De aici nu poate rezulta că totul trebuie să rămână cum a fost. Dumneavoastră ne criticați pentru că urmăm un bărbat care vi se pare prea primitiv și cu ale cărui mijloace nu sunteți de acord. Și pentru mine antisemitismul lui este latura cea mai neplăcută a mișcării noastre și sper că în curând se va atenua. Dar a încercat vreunul dintre reprezentanții vechii lumi, vreunul dintre profesorii mai în vârstă, care acum se plâng de revoluția noastră, să ne arate nouă, tinerilor, un drum mai bun care să ne fi dus la țelul

nostru cu mijloace mai bune? Nu a fost nimeni aici să ne spună cum puteam ieși altfel din mizerie. Nici dumneavoastră. Ce ar fi trebuit să facem?"

„Și atunci ați participat la folosirea agresiunii și la revoluție — cu iluzia nesăbuită că, distrugând ceva, ar putea ieși altceva bun. Știți cumva ce a scris Jacob Burckhardt despre rezultatul final al revoluțiilor în materie de politică externă? «Este fără îndoială un mare noroc dacă o revoluție nu-l transformă pe dușmanul de moarte în stăpân.» De ce noi, germanii, să avem acest noroc neobișnuit? Dacă noi, cei bătrâni — iar acum mă văd silit să mă socotesc unul dintre ei — nu am dat nici un sfat, este pentru simplul motiv că nu știam ce sfat să dăm, în afară de cel absolut banal că trebuie ca fiecare să-și facă treaba conștiincios și corect, iar astfel să spere că exemplul bun va duce în cele din urmă la binele general."

„Așadar vreți mereu numai ce e vechi, ce a trecut, ce a fost ieri. Orice încercare de schimbare este după părerea dumneavoastră greșită, iar cu o asemenea poziție tineretul nu mai poate fi convins. Cu asemenea viziune, pe lume nu s-ar întâmpla niciodată ceva nou. Și atunci cu ce drept vă angajați în știința dumneavoastră pentru idei noi și revoluționare? În teoria relativității și în teoria cuantică s-a făcut de asemenea ruptura de tot ce era vechi."

„Dacă vorbim despre revoluții în știință, atunci este important să privim cu toată atenția aceste revoluții. Să ne gândim, de pildă, la teoria cuantică a lui Planck. Știți probabil că Planck a fost de la început un spirit foarte conservator și că nu a dorit niciodată să schimbe în mod radical vechea fizică. Dar își propusese să rezolve o anumită problemă bine delimitată, voia să înțeleagă spectrul radiației termice. Bineînțeles că a încercat să facă acest lucru păstrând toate legile fizicii clasice și i-au trebuit mulți ani până și-a dat seama că nu este posibil. Abia apoi a propus o ipoteză care nu se mai potrivea în cadrul fizicii clasice, dar chiar și după aceea a vrut să umple la loc, cu presupoziții suplimentare, breșa pe care o făcuse în zidurile

fizicii clasice. Însă această încercare a eșuat, iar preluarea în continuare a ipotezei lui Planck a condus la o reconstrucție radicală a întregii fizici. Dar chiar și după această reconstrucție, nu s-a schimbat nimic în domeniile fizicii care pot fi cuprinse în întregime cu conceptele fizicii clasice.

Așadar, cu alte cuvinte: o revoluție bună și fructuoasă poate avea loc în știință numai atunci când se fac eforturi de a schimba cât mai puțin, când eforturile se concentrează mai întâi asupra rezolvării unei singure probleme, bine delimitate. Încercarea de a renunța la tot ce a fost și de a schimba după bunul-plac duce la un pur nonsens. În științele naturii, numai fanaticii semidementi încearcă să demoleze tot ce există — de exemplu, oameni care pretind că pot inventa un perpetuum mobile — și desigur că aceste încercări nu duc la nimic. Pe de altă parte, nu știu dacă revoluțiile în știință pot fi comparate cu cele care au loc în societatea umană. Dar mi-aș putea închipui — chiar dacă ce-mi doresc e doar un vis — că și în istorie revoluțiile cele mai durabile sunt acelea în care se încearcă întâi rezolvarea unor probleme bine delimitate, schimbând cât mai puțin posibil. Gândiți-vă la acea mare revoluție care a avut loc acum două mii de ani și al cărei promotor, Cristos, a spus: «Nu am venit să stric legea, ci s-o împlinesc.» Deci, încă o dată: importantă este concentrarea pe acel unic țel important, modificând cât mai puțin posibil. Puținul care apoi trebuie totuși schimbat poate avea o asemenea forță de a modifica, încât reașază de la sine aproape toate formele de viață."

„Dar de ce țineți atât de mult la vechile forme? Se întâmplă foarte des ca formele vechi să nu se mai potrivească în timpurile noi și nu sunt păstrate decât dintr-un fel de inerție. De ce să nu fie eliminate imediat? De exemplu, mi se pare absurd că profesorii mai apar îmbrăcați în robele lor medievale la festivitățile universității. E doar un vechi obicei care ar trebui desființat."

„Sigur că eu nu țin la formele vechi, dar țin la conținuturile pe care le reprezintă. Aș vrea să explic și asta

printr-o comparație cu fizica. Formulele fizicii clasice reprezintă o cunoaștere rezultată dintr-o veche experiență, care nu numai că a fost corectă întotdeauna, dar va rămâne corectă și în viitor, în toate timpurile. Teoria cuantică dă acestei comori de experiență doar formal o altă înfățișare. Dar, în ce privește conținutul, nu se poate schimba nimic în fizica mișcării pendulului, a legilor pârghiilor, a mișcărilor planetelor, pentru că nici lumea nu s-a schimbat în privința acestor fenomene. Ca să ne întoarcem la robe: această formă își are probabil originea din vremea împărțirii în bresle a locuitorilor, iar conținutul ei corespunde unei experiențe mult mai vechi: grupul oamenilor care au învățat mult, a căror gândire este școlită cu multe raționamente dificile ale altor învățați, e deosebit de important pentru comunitatea din care fac ei parte fiindcă sfaturile lor sunt mai bine întemeiate decât ale altora. Roba are menirea să exprime această poziție specială a purtătorului ei și să-l ferească pe acesta, indiferent dacă personal corespunde cerințelor breslei lui sau nu, de atacurile grosolane ale gloatei. Această experiență este neîndoielnic la fel de valabilă în lumea de astăzi ca și acum câteva sute de ani, dar este desigur complet irelevant dacă o exprimăm în exterior prin robe sau, de preferat poate, prin forme mai moderne. Pe de altă parte, îi bănuiesc pe unii dintre criticii robelor că vor să elimine chiar și conținutul experienței care se exprimă prin ele. Asta e însă prostie curată, fiindcă faptele nu pot fi schimbate."

„Da, din nou folosiți atuul experienței împotriva activității tinerilor, așa cum au făcut și o vor face întotdeauna bătrânii. Neavând nici un argument împotrivă, suntem din nou singuri."

Vizitatorul meu se pregătea acum să plece, dar eu l-am întrebat dacă nu ar vrea să-i cânt încă o dată ultima parte a concertului de Schumann, atât cât se putea de bine fără orchestră. A acceptat mulțumindu-mi, iar când ne-am luat rămas-bun, am avut impresia că are o atitudine aproape prietenoasă față de mine.

În săptămânile care au urmat acestei discuții schimbările petrecute la universitate au devenit din ce în ce mai înspăimântătoare. Unul dintre colegii noștri de la facultate, matematicianul Levy, care conform legii ar fi trebuit să rămână cadru universitar pentru că în Primul Război Mondial fusese decorat de mai multe ori, a fost brusc concediat. Revolta membrilor mai tineri ai facultății — și mă gândesc aici în special la Friedrich Hund, Carl Friedrich Bonhoeffer și la matematicianul van der Waerden — a fost atât de mare, încât ne-am gândit la posibilitatea ca noi toți să ne dăm demisia de la facultate și să și încercăm să convingem cât mai mulți colegi să facă același lucru. Dar înainte de a face acest gest voiam să mă mai sfătuiesc o dată cu cineva din generația mai veche, cineva care se bucura de toată încrederea noastră. De aceea l-am rugat pe Max Planck să-mi acorde o întrevedere și m-am dus la el acasă, la Berlin, pe strada Wangenheim.

Planck mă primi în sufrageria lui nu prea luminoasă, dar aranjată într-un stil primitor de modă veche, unde puteai vedea cu ochii minții lampa cu petrol atârnând deasupra mijlocului mesei, chiar dacă în realitate lipsea. Planck mi se păru mult îmbătrânit de la ultima noastră întâlnire. Chipul lui fin și îngust purta riduri adânci, zâmbetul lui când mă întâmpină era chinuit și arăta nespus de obosit.

„Veniți la mine ca să primiți un sfat în probleme politice", începu Planck discuția, „dar mă tem că nu mai pot să vă dau nici un sfat. Nu mai am nici o speranță că poate fi oprită catastrofa pentru Germania, iar astfel și pentru universitățile germane. Înainte de a-mi povesti despre distrugerile de la Leipzig, care fără îndoială nu sunt cu nimic mai prejos decât cele de la noi, din Berlin, vreau să vă relatez o discuție purtată acum câteva zile cu Hitler. Sperasem să-l pot lămuri ce enormă pierdere reprezintă pentru universitățile germane, și în particular pentru cercetarea în fizică din țara noastră, excluderea colegilor evrei și cât de lipsită de sens și imorală este o asemenea

acțiune, pentru că în cele mai multe cazuri este vorba despre oameni care se simt germani și și-au pus viața în joc, ca toți ceilalți, în ultimul război. Dar nu am găsit nici un fel de înțelegere la Hitler — sau, mai rău, pur și simplu nu există o limbă în care să te poți înțelege cu un asemenea om. Mi s-a părut că Hitler a pierdut orice contact cu lumea exterioară. El resimte cuvintele interlocutorului, în cel mai bun caz, ca pe o perturbare iritantă, pe care o acoperă imediat zgomotos declamând mereu aceleași fraze despre disoluția vieții spirituale în ultimii 14 ani, despre necesitatea de a opri în ultimul moment această descompunere ș.a.m.d. Am avut atunci impresia fatală că el chiar este convins de acest nonsens și că ajunge la această convingere tocmai prin eliminarea oricăror influențe exterioare. Pentru că e obsedat de așa-numitele lui idei, nu este permeabil la nici un contraargument și va conduce Germania spre o catastrofă înspăimântătoare."

La rândul meu, i-am vorbit despre ce se întâmplă la Leipzig și despre planul pe care îl făcuserăm noi, membrii mai tineri ai facultății, de a ne da demisia din posturile de profesori universitari în mod demonstrativ, exprimând astfel un clar și răspicat: „Așa nu se mai poate!" Dar Planck fu de la bun început convins de insuccesul unui asemenea plan.

„Mă bucur că dumneavoastră, ca om tânăr, mai sunteți optimist și credeți că vă puteți opune dezastrului cu asemenea planuri. Dar din păcate supraestimați mult influența universităților și a oamenilor cu carte. În spațiul public, gestul dumneavoastră nici nu va fi cunoscut. Ziarele fie nu ar pomeni un cuvânt despre acest gest, fie ar scrie pe un ton atât de batjocoritor despre demisiile dumneavoastră, încât nimănui nu i-ar veni ideea să tragă o concluzie serioasă din acest gest. Vedeți dumneavoastră, o avalanșă, odată pornită, nu mai poate fi influențată în mișcarea ei. Cât de mult va distruge, câte vieți omenești va curma, toate acestea sunt deja decise de legile naturii, chiar dacă nu se știe încă. Nici Hitler nu mai poate influența

cu adevărat mersul evenimentelor, pentru că el este într-o mult mai mare măsură un om care se lasă condus de obsesiile lui, decât unul care conduce. El nu poate ști dacă uriașele forțe pe care le-a descătușat îl vor ridica în cele din urmă pe culmi sau îl vor distruge lamentabil.

Până la sfârșitul catastrofei, pasul dumneavoastră ar avea așadar consecințe numai asupra dumneavoastră înșivă — poate sunteți dispus să suportați multe —, dar pentru viața din țara noastră tot ce faceți își va arăta roadele abia după sfârșitul catastrofei. Asupra acestui punct trebuie așadar să ne îndreptăm atenția. Dacă vă dați demisia, în cazul cel mai favorabil nu v-ar rămâne decât să căutați un post în străinătate. Nici nu vreau să spun ce s-ar putea întâmpla într-un caz mai puțin favorabil. În străinătate fiind, v-ați alătura marii mulțimi a emigranților care trebuie să-și găsească acolo de lucru și poate că îi veți lua slujba cuiva care se află într-o situație mai grea decât dumneavoastră. Ați putea probabil lucra acolo nestingherit, ați fi în afara pericolului, iar după sfârșitul catastrofei vă veți putea întoarce, dacă doriți, în Germania cu conștiința împăcată că nu ați făcut niciodată compromisuri cu distrugătorii Germaniei. Dar până atunci poate că vor fi trecut mulți ani, dumneavoastră vă veți fi schimbat, oamenii din Germania se vor fi schimbat și ei, și este foarte îndoielnic dacă și cât veți mai putea activa în această lume schimbată.

Dacă nu vă dați demisia și rămâneți aici, aveți o misiune de cu totul alt gen. Nu puteți opri catastrofa și în plus va trebui, pentru a supraviețui, să faceți mereu tot felul de compromisuri. Dar puteți încerca, împreună cu alții, să formați insule de rezistență. Puteți să adunați în jurul dumneavoastră oameni tineri, să le arătați cum se face știință de bună calitate, iar astfel să le păstrați în conștiință și vechile valori autentice. Desigur că nimeni nu știe câte asemenea insule vor mai fi rămas când catastrofa se va fi sfârșit, dar sunt sigur că până și mici grupuri de tineri dotați, care pot fi călăuziți într-un astfel de spirit prin toată

perioada de teroare, vor avea o mare importanță pentru reconstrucție. Fiindcă asemenea grupuri pot deveni nuclee de cristalizare din care se dezvoltă apoi noile forme de viață. Ceea ce spun va fi valabil la început numai pentru reconstrucția cercetării științifice în Germania. Dar cum nimeni nu știe ce rol vor juca știința și tehnica în lumea viitoare, s-ar putea să devină important și pentru alte domenii. Eu sunt de părere că toți cei care pot face ceva și nu sunt pur și simplu siliți să emigreze, de pildă din cauza rasei lor, ar trebui să încerce să rămână aici și să pregătească viitorul mai îndepărtat. Acest lucru va fi cu siguranță foarte dificil și plin de primejdii, iar compromisurile care vor trebui făcute vă vor fi pe drept reproșate și poate vor fi chiar pedepsite. Dar poate că în ciuda a toate acestea, ar trebui rămas aici. Firește, nu mă pot supăra pe nimeni care se decide în alt fel, dacă emigrează din Germania pentru că găsește că viața aici e insuportabilă, pentru că nu mai poate privi toată nedreptatea pe care nu o poate împiedica. Dar într-o asemenea situație, cum e cea în care ne găsim acum în Germania, nu ne mai putem comporta în mod corect. Oricare ar fi decizia pe care o luăm, participăm într-un fel sau altul la o nedreptate. De aceea, în cele din urmă fiecare nu poate acționa decât pe cont propriu. Nu mai are sens să dai sau să primești sfaturi. De aceea nici nu vă pot spune decât să nu vă faceți speranțe că dumneavoastră, orice ați întreprinde, veți putea împiedica în vreun fel nenorocirile ce vor avea loc până la sfârșitul catastrofei. Dar, în decizia pe care o luați, gândiți-vă la timpul care va veni după aceea."

Discuția nu a continuat dincolo de acest avertisment. Pe drumul de întoarcere, în trenul spre Leipzig, mi se învârteau mereu în minte gândurile exprimate și mă chinuia întrebarea dacă să emigrez sau nu. Aproape că îi invidiam pe prietenii cărora li se luase cu forța baza existenței în Germania și care de aceea știau că trebuie să părăsească țara. Ei fuseseră victimele unor grave

nedreptăți, aveau de depășit mari greutăți materiale, dar cel puțin erau scutiți să facă alegerea. Încercam să-mi pun problema mereu sub alte forme pentru a vedea mai limpede. Dacă în casa ta un membru al familiei se îmbolnăvește de o boală infecțioasă mortală, este mai corect să părăsești casa, pentru ca infecția să nu se perpetueze, sau este mai bine să rămâi și să îngrijești bolnavul, chiar dacă nu mai există nici o speranță? Dar poți compara o revoluție cu o boală? Nu era o metodă prea ieftină de a anula judecata morală? Și apoi, care erau compromisurile de care vorbea Planck? La începutul cursurilor trebuia să ridici mâna pentru a te supune formelor impuse de național-socialiști. De câte ori nu salutasem și înainte cunoscuții prin ridicarea mâinii și făcându-le semne amicale cu mâna? Era aceasta o concesie hotărâtoare? Scrisorile oficiale trebuiau încheiate cu formula „Heil Hitler". Acest lucru era deja mult mai trist, dar din fericire asemenea scrisori trebuiau scrise numai rareori și oricum această formulă de încheiere avea subînțelesul „nu vreau să am de-a face cu tine". Trebuia să iei parte la serbări și manifestații. Dar probabil că deseori ar fi fost posibil să eviți asemenea îndatoriri. Fiecare din acești pași, luat separat, poate că ar fi fost acceptabil. Dar probabil că mai trebuiau făcuți încă mulți pași și ar fi fost toți aceia de acceptat? Wilhelm Tell acționase corect când refuzase să salute pălăria din Gessler, punând astfel viața propriului său copil în mare primejdie? Nu ar fi trebuit și el să facă atunci un compromis? Dar dacă răspunsul în această situație este „nu", de ce ar fi trebuit să facem acum în Germania compromisuri?

Dacă, dimpotrivă, ai fi luat hotărârea de a emigra, cum se împăca această decizie cu imperativul lui Kant de a acționa astfel încât acțiunea proprie să poată deveni normă generală de comportament? Doar nu puteau toți să emigreze. Ar fi trebuit oare să pleci, fără a-ți găsi liniștea, dintr-o țară în alta, pentru a evita catastrofele sociale care apăreau? Nici celelalte țări nu puteau fi scutite pe

termen lung de aceste catastrofe sau de altele asemănătoare. În cele din urmă, fiecare aparține unei anumite țări prin naștere, prin limbă și prin educație. Și nu însemna oare emigrarea să-ți predai fără luptă țara unui grup de oameni obsedați, total dezechilibrați sufletește, și care în confuzia lor târau Germania spre un dezastru imens?

Planck spusese că vom fi puși să luăm decizii prin care oricum nu vom mai putea comite decât nedreptăți. Erau asemenea situații într-adevăr posibile? Ca fizician, încercam să inventez experimente mentale, ceea ce în acest caz însemna să imaginez situații-limită care, chiar dacă nu ar apărea întocmai în realitate, erau suficient de asemănătoare unor situații reale și în același timp erau atât de extreme, încât se putea vedea imediat că o rezolvare într-un sens uman acceptabil nu era posibilă. În cele din urmă am imaginat următorul exemplu înspăimântător: o conducere dictatorială a închis în pușcărie zece dintre oponenții ei politici și este decisă să execute cel puțin pe cel mai important dintre ei, dacă nu pe toți zece. Dar conducerea ține foarte mult ca în străinătate acest asasinat să arate ca și cum ar fi juridic întemeiat. În acest sens face următoarea ofertă unui alt oponent al ei, care datorită reputației și marii recunoașteri internaționale fusese încă lăsat în libertate — ar putea fi vorba de pildă de un jurist foarte reputat în țară: dacă juristul este de acord ca prin semnătura lui pe o expertiză juridică făcută corespunzător să certifice asasinatul ca fiind juridic corect, atunci restul de nouă prizonieri sunt lăsați liberi și li se oferă garanția că sunt lăsați să emigreze. Dacă refuză să semneze, toți cei zece prizonieri vor fi executați. Juristul nu poate avea nici o îndoială că această amenințare din partea dictatorului este serioasă și că o va pune în aplicare. Ce să facă? Este reputația lui nepătată, sau, cum era numită atunci în mod cinic, „vesta albă", mai de preț decât viața celor nouă prieteni? Nici chiar sinuciderea juristului nu ar mai fi o soluție, pentru că și în acest caz ar împiedica salvarea prizonierilor nevinovați.

În legătură cu aceasta mi-am amintit o discuție cu Niels, în care vorbea despre o complementaritate între conceptele de „dreptate" și „iubire". Deși amândouă, atât dreptatea cât și iubirea, sunt părți esențiale ale comportamentului nostru în viața în comunitate cu ceilalți oameni, totuși, în cele din urmă, se exclud. Dreptatea îi poruncește juristului să refuze să semneze. Și poate că urmările politice ale semnăturii lui ar duce la distrugerea mult mai multor oameni decât cei nouă prieteni. Dar poate iubirea să facă abstracție de strigătele de ajutor ale rudelor disperate ale prietenilor, care ajung la juristul în cauză? Mai târziu mi s-a părut totuși copilăros să mă dedau unor asemenea gânduri absurde. Trebuia să hotărăsc aici și acum dacă voiam să emigrez sau să rămân în Germania. Trebuia să ne gândim la timpul de după catastrofă. Acest lucru fusese spus de Planck și îmi era foarte clar. Așadar: să formăm insule de rezistență, să adunăm oameni tineri și să-i scoatem pe cât posibil în viață din această catastrofă, iar apoi, după sfârșit, să ne apucăm de reconstrucție, aceasta era datoria despre care vorbise Planck. La această opțiune trebuia desigur luat în calcul că va trebui să facem compromisuri și să fim mai târziu, pe drept, pedepsiți pentru ele — și poate și mai rău decât atât. Dar cel puțin era o datorie limpede formulată. De fapt, în afara țării am fi de prisos. Acolo existau numai îndatoriri care puteau fi îndeplinite mult mai bine de mulți alții. La întoarcerea mea la Leipzig am hotărât ca, cel puțin pentru moment, să rămân în Germania și la Universitatea din Leipzig și să văd încotro mă va duce acest drum.

13

DISCUȚII DESPRE POSIBILITĂȚILE TEHNICII ATOMICE ȘI DESPRE PARTICULELE ELEMENTARE (1935–1937)

În ciuda neliniștii care apăruse în viața științifică, nu numai în țara noastră, din cauza revoluției germane și a emigrărilor provocate de ea, fizica atomică s-a dezvoltat în acei ani surprinzător de repede. În laboratorul lordului Rutherford la Cambridge, în Anglia, fizicienii Cockcroft și Walton construiseră o instalație de înaltă tensiune cu care nucleele de hidrogen, adică protonii, puteau fi accelerate atât de mult, încât atunci când erau dirijate să se ciocnească cu atomi ușori puteau depăși bariera de potențial datorată respingerii electrice și puteau ciocni nucleele atomilor, transformându-i. Cu asemenea instrumente și altele asemănătoare, în special ciclotronul pus la punct în Statele Unite, se puteau face multe experimente noi în domeniul nuclear, astfel încât curând s-a putut ajunge la o imagine destul de clară a proprietăților nucleelor atomice și a forțelor care acționau în interiorul lor. Nucleele atomice nu puteau fi comparate, cum se făcuse în cazul atomilor, cu un sistem planetar în miniatură, la care cele mai intense forțe erau datorate unui corp central greu, care ar determina traiectoriile corpurilor ușoare ce se mișcau în jurul lui. Mai degrabă, nucleele diferiților atomi pot fi comparate cu picături de diferite mărimi, alcătuite din aceeași materie nucleară, care la rândul ei este formată din părți egale de protoni și neutroni. Densitatea acestei materii nucleare alcătuite din protoni și neutroni este aproximativ aceeași la toate nucleele atomice. La nucleele grele,

respingerea electrostatică puternică dintre protoni are ca efect faptul că numărul neutronilor este ceva mai mare decât numărul protonilor. Forțele puternice care țin la un loc materia nucleară nu se schimbă la înlocuirea protonilor cu neutroni; această ipoteză a fost confirmată experimental. Iar simetria astfel descoperită dintre proton și neutron, despre care visasem deja pe când mă aflam la cabana din poiana Steil, se manifestă experimental prin aceea că la dezintegrarea β unii atomi emit electroni, iar alții pozitroni. Pentru a studia mai în detaliu relațiile din nucleele atomice, noi, cei de la seminarul din Leipzig, încercam să reprezentăm nucleul ca un fel de picătură sferică formată din materie nucleară, așadar un fel de ceaun sferic, în care neutronii și protonii se mișcau liber, fără a se deranja unii pe alții într-o măsură prea mare, în timp ce Niels, la Copenhaga, considera dimpotrivă că interacțiunea dintre părțile componente ale nucleului este foarte importantă și de aceea reprezenta nucleul cu precădere ca pe un fel de sac cu nisip.

Pentru a lămuri prin discuții aceste diferențe de reprezentare a nucleului, am plecat pentru câteva săptămâni la Copenhaga în perioada dintre toamna lui 1935 și toamna lui 1936. Am fost primit acolo ca oaspete al familiei Bohr, locuind într-una din camerele din casa de onoare ce fusese pusă la dispoziția lui Bohr și a familiei sale de către statul danez din fondurile fundației Carlsberg. Această casă a jucat un rol deosebit de important, timp de mulți ani, ca loc de întâlnire pentru fizicienii atomiști. Era o construcție în stil pompeian, la care se mai făceau simțite clar influențele puternice ale marelui sculptor danez Thoewaldsen asupra culturii daneze. O scară mare, decorată cu statui, ducea din salonul cel mare spre parcul întins, al cărui centru era înviorat de o fântână arteziană înconjurată de straturi de flori, și unde copaci bătrâni și înalți te adăposteau de soare sau de ploaie. De la intrarea în locuință se ajungea într-o grădină de iarnă unde clipocitul unei fântâni întrerupea liniștea care altfel domnea în această

parte a casei. Pe jetul de apă al acestei fântâni arteziene am lăsat deseori să danseze mingi de tenis de masă, discutând apoi despre cauzele fizice ale acestui fenomen. Dincolo de grădina de iarnă era un salon mare cu coloane dorice, deseori folosit pentru întrunirile festive ce aveau loc în cadrul conferințelor științifice. În această casă primitoare mi s-a permis așadar să locuiesc împreună cu familia Bohr pentru câteva săptămâni, și se nimeri că tot în această perioadă și lordul Rutherford[1], fizicianul englez și părintele fizicii atomice moderne — cum va fi numit mai târziu — a petrecut o scurtă vacanță la familia Bohr în Copenhaga. Astfel am avut ocazia să ne plimbăm uneori în trei prin parc, schimbând păreri despre noile experimente sau despre structura nucleelor atomice. Am să încerc să redau una dintre acele discuții.

Lord Rutherford: „Ce se întâmplă de fapt, după părerea voastră, dacă construim instrumente de înaltă tensiune sau alte acceleratoare și țintim nuclee grele cu protoni având și mai mare energie și viteză? Va traversa proiectilul nucleul greu, poate fără a produce mari deteriorări, sau va rămâne în interiorul nucleului, astfel încât întreaga sa energie de mișcare să fie transferată în cele din urmă nucleului? Dacă interacțiunile dintre părțile componente ale nucleului sunt foarte importante, așa cum crede Niels, atunci ar trebui ca proiectilul să rămână în nucleu. Dacă însă protonii și neutronii se mișcă aproape independenți în nucleu, fără a se influența prea puternic unii pe alții, atunci s-ar putea ca proiectilul să treacă prin nucleu fără a produce mari pagube."

Niels: „Vreau să cred că proiectilul rămâne de regulă în interiorul nucleului atomic și că energia lui de mișcare

---

[1] Ernest Rutherford (1871–1937) a avut contribuții importante la studiul radioactivității (care i-au adus în 1921 Premiul Nobel pentru chimie) și a condus experimentele prin care a fost descoperită structura atomului (nucleu plus electroni). A fost director al Laboratorului Cavendish de la Cambridge, principalul centru al cercetărilor nucleare de la începutul secolului XX. (*N. t.*)

se distribuie în cele din urmă oarecum în același mod la toate părțile componente ale nucleului, pentru că interacțiunea este cu siguranță foarte mare. Nucleul atomic se încălzește pur și simplu la o asemenea ciocnire, iar gradul de încălzire va putea fi calculat din căldura specifică a materiei nucleare și din energia conținută în proiectil. Ce se întâmplă în continuare ar putea fi descris cel mai bine ca un fel de evaporare a nucleului atomic. Ceea ce înseamnă că uneori, la suprafața nucleului, particule individuale vor avea o energie atât de mare, încât pot părăsi nucleul atomic. Dar tu ce spui despre asta?"

Întrebarea îmi era adresată mie.

„Și eu aș vrea să cred că este așa, deși nu pare să se potrivească prea bine cu reprezentările noastre de la Leipzig despre părțile componente ale nucleului care se mișcă liber în nucleu", am răspuns eu. „Dar o particulă foarte rapidă care pătrunde în nucleu va suferi desigur, din cauza forțelor de interacțiune foarte puternice, mai multe ciocniri, pirzându-și astfel energia. Pentru o particulă lentă însă, care se mișcă în nucleul atomic doar cu energie mică, s-ar putea ca lucrurile să arate altfel, fiindcă în acest caz intră în joc natura ondulatorie a particulei și numărul schimburilor de energie posibile devine mai mic. În acest caz s-ar putea ca neglijarea interacțiunilor să mai fie o aproximație permisă. Dar ar trebui ca lucrurile acestea să poată fi calculate, pentru că de fapt se știe deja suficient de mult despre nucleul atomic. Am să efectuez un asemenea calcul la Leipzig.

Aș vrea însă să pun și eu o întrebare: se poate închipui că am ajunge în cele din urmă la aplicații tehnice ale fizicii nucleare folosind acceleratoare din ce în ce mai puternice, adică de pildă s-ar putea oare produce elemente chimice noi în cantitate mare în mod artificial sau s-ar putea folosi energia de legătură a nucleelor, asemănător modului în care se folosește energia de legătură la ardere? Se pare că există un roman științifico-fantastic în care un fizician inventează pentru țara lui, în momente de maximă

tensiune politică, o bombă atomică, iar astfel rezolvă toate dificultățile politice în chip de *deus ex machina*. Evident că sunt vise. Dar într-o formă ceva mai serioasă fizicianul-chimist Nernst din Berlin a pretins odată că Pământul ar fi un fel de arsenal plin cu muniție, la care lipsește doar chibritul cu care ar putea fi aruncat în aer. Este pe de altă parte adevărat că, dacă am putea uni câte patru nuclee de hidrogen din apa de mare formând câte un atom de heliu, atunci energia eliberată ar fi atât de mare, încât comparația cu arsenalul nu poate fi privită decât ca o minimalizare ridicolă."

Niels: „Nu, asemenea raționamente nu au fost deocamdată duse până la capăt. Diferența esențială dintre chimie și fizica nucleară este tocmai că procesele chimice au loc de regulă cu majoritatea moleculelor din substanța respectivă, de pildă la praful de pușcă, în timp ce noi în fizica nucleară nu putem experimenta decât cu un număr mic de nuclee atomice. Iar acest lucru nu se va schimba în mod esențial nici cu acceleratoarele mai mari. Numărul proceselor care au loc într-un experiment chimic se raportează la numărul proceselor din experimentele nucleare făcute până acum cam la fel ca, să spunem, diametrul sistemului nostru planetar la diametrul unei pietre de râu, și atunci diferența nu este prea mare dacă înlocuim piatra de râu cu o stâncă. Ar fi desigur altceva dacă am putea încălzi o bucată de materie la temperaturi atât de mari încât energia particulelor individuale să fie suficientă pentru a depăși forțele de respingere dintre nucleele atomice și dacă am putea păstra densitatea materiei atât de mare încât ciocnirile să nu devină prea rare. Dar pentru asta ar trebui să atingem temperaturi de, să zicem, un miliard de grade, iar la asemenea temperaturi nu mai există pereți ai vreunui tip de incintă în care să închidem această materie; pereții aceia ar fi de mult evaporați."

Lord Rutherford: „Până acum însă nici nu a fost vorba că am putea obține energie din procesele atomice. Fiindcă, deși la ciocnirea unui proton sau a unui neutron cu un

nucleu atomic într-un proces individual este eliberată energie, pentru ca un asemenea proces să aibă loc trebuie să se consume mult mai multă energie. De pildă, energie necesară pentru accelerarea unui număr mare de protoni, din care cei mai mulți nu ciocnesc nimic. Cea mai mare parte din această energie se pierde sub formă de mișcare termică. Așadar, energetic vorbind, experimentul cu nucleele atomice este o afacere în pură pierdere. Cine vorbește despre aplicații tehnice ale energiei nucleelor atomice nu știe ce spune."

Am fost apoi în scurt timp cu toții de aceeași părere, iar nici unul dintre noi nu bănuia atunci că, doar câțiva ani mai târziu, descoperirea fisiunii atomice de către Otto Hahn va schimba complet situația.

În liniștea parcului casei Bohr pătrundea doar puțin din neliniștea acelor vremuri. Ne așezam pe o bancă la umbra unor copaci bătrâni și ne uitam cum o pală de vânt purta din când în când picăturile ce cădeau din fântâna arteziană, iar câte o picătură rămânea agățată de petalele trandafirilor și strălucea la soare.

După întoarcerea mea la Leipzig am făcut calculul promis. Acesta confirmă ipoteza lui Niels că protoni rapizi proveniți din acceleratoare mai puternice rămân în interiorul nucleului-țintă și pur și simplu îl încălzesc prin ciocnire. Cam în același timp au fost cu adevărat observate experimental procese de acest fel la protoni rapizi din radiația cosmică. Același calcul părea că aduce și argumente pentru faptul că, în primă aproximație, dacă studiezi structura internă a nucleului atomic, interacțiunile puternice ale particulelor individuale puteau fi neglijate. Astfel că am continuat cercetările noastre la Leipzig în această direcție. Carl Friedrich, care în acea vreme era asistentul Lisei Meitner la institutul lui Otto Hahn din Dahlem, venea deseori de la Berlin la Leipzig, la seminariile noastre, iar cu ocazia uneia dintre aceste întâlniri ne-a vorbit despre cercetările lui privind procesele nucleare din interiorul soarelui și al stelelor. El putea demonstra

teoretic că în partea cea mai fierbinte din interiorul stelelor aveau loc anumite reacții bine precizate între nuclee atomice ușoare și că energia enormă iradiată permanent de stele provine în mod evident de la aceste reacții nucleare. În America, Bethe a publicat rezultate asemănătoare și ne-am obișnuit cu ideea de a privi stelele ca pe niște uriașe cuptoare atomice, în care eliberarea de energie din nucleele atomice apărea dacă nu ca un proces tehnic controlat, atunci ca un fenomen natural ce avea loc permanent în fața ochilor noștri. Dar deocamdată nu era vorba despre tehnică atomică.

La seminarul nostru de la Leipzig nu lucram numai în domeniul nucleelor atomice. Între timp se dezvoltaseră și ideile despre particulele elementare, pe care le avusesem prima dată în acea noapte la cabana de schi din poiana Steil, când încercasem să înțeleg mai bine natura lor. Ipoteza lui Paul Dirac despre existența antimateriei devenise între timp o parte sigură a științei noastre, confirmată prin multiple experimente. Știam că în natură există cel puțin un proces în care energia se transformă în materie. Din energie de radiație se pot forma perechi de electroni-pozitroni. Era destul de clar că se putea presupune și existența altor procese de acest fel și încercam să ne închipuim ce rol ar putea juca asemenea procese în care particule elementare de mare viteză se ciocneau între ele.

Cel mai apropiat partener de discuții în acest domeniu era Hans Euler, care venise la noi ca tânăr student cu câțiva ani în urmă. Îl remarcasem repede, nu numai datorită înzestrării sale ieșite din comun, dar și prin înfățișarea lui exterioară. Arăta mai delicat și mai sensibil decât majoritatea studenților, iar pe chipul lui apărea uneori, mai ales când zâmbea, urma unei suferințe. Avea un chip prelung și îngust, aproape tras, încadrat de bucle blonde, iar în modul lui de a vorbi se simțea o concentrare intensă, neobișnuită pentru un om atât de tânăr. Nu era greu de văzut că trăia în condiții materiale foarte precare și de

aceea am fost bucuros când am putut să-i ofer un post, chiar dacă modest, de preparator. Abia după mai multă vreme, când căpătase încredere în mine, mi-a mărturisit întreaga dimensiune a dificultăților sale. Părinții lui cu greu îl puteau ajuta să-și continue studiile. El însuși era comunist convins, poate că și tatăl lui ajunsese în această situație dificilă tot din motive politice. Euler era logodit cu o tânără care din cauza originilor ei evreiești trebuise să fugă din Germania și acum locuia în Elveția. Nu putea vorbi decât cu oroare despre grupul de oameni care preluase puterea politică în Germania din 1933. Dar nu-i făcea plăcere să vorbească despre acest subiect. Pentru a-l ajuta, l-am invitat în acei ani de multe ori în locuința mea la masa de prânz, iar în discuțiile noastre am atins problema emigrării. El însă nu se oprise niciodată în mod serios la această posibilitate, iar eu aveam impresia că se simte prea legat de Germania. Dar nici despre asta nu-i plăcea să vorbească.

Așadar, mă întâlneam deseori cu Euler și discutam despre consecințele posibile ale descoperirii lui Dirac și ale transformării energiei în materie.

„Am învățat de la Dirac că o cuantă de lumină care se deplasează pe lângă un nucleu atomic se poate transforma într-o pereche de particule, și anume un electron și un pozitron", a început Euler. „Înseamnă asta de fapt că o cuantă de lumină este constituită dintr-un electron și un pozitron? Atunci cuanta de lumină ar fi ca un sistem de stele duble, în care electronul și pozitronul se învârt unul în jurul celuilalt. Sau este aceasta o reprezentare falsă?"

„Nu cred că o asemenea imagine conține prea mult adevăr. Pentru că din această imagine ar trebui să tragem concluzia că masa unei asemenea stele duble nu ar trebui să fie mult mai mică decât suma maselor celor două părți din care e compusă. Și nici nu am putea justifica de ce acest sistem trebuie să se miște în spațiu întotdeauna cu viteza luminii. Ar putea și să ajungă în repaus pe undeva."

„Ce putem spune atunci despre cuanta de lumină în acest context?"

„Cuanta de lumină, am putea spune, este compusă virtual dintr-un electron și un pozitron. Cuvântul «virtual» ne indică faptul că este vorba despre o posibilitate. Propoziția pe care tocmai am enunțat-o afirmă atunci numai că cuanta de lumină se poate descompune în anumite experimente într-un electron și un pozitron. Mai mult nu."

„Dar într-o ciocnire la mare energie cuanta de lumină s-ar putea descompune în doi electroni și doi pozitroni. Ați spune că în acest caz cuanta de lumină este compusă virtual din aceste patru particule?"

„Da, cred că așa ar fi consecvent. Cuvântul «virtual», care desemnează posibilitatea, permite afirmația că o cuantă de lumină este compusă din două sau din patru particule. Două posibilități diferite nu se exclud reciproc."

„Dar ce mai câștigăm cu o asemenea afirmație?", replică Euler. „Atunci putem spune numaidecât că orice particulă elementară este compusă virtual dintr-un număr oarecare de alte particule elementare. Pentru că la ciocniri cu energii suficient de mari va apărea desigur un număr oarecare de particule. Dar asta practic nu mai este o afirmație."

„Nu, chiar atât de aleatorii nu sunt nici numărul, nici felul particulelor. Se pot lua în considerare ca descriere posibilă numai acele configurații de particule care au aceeași simetrie ca particula inițială. În loc de simetrie am putea spune mai exact: proprietate de transformare față de acele operații care lasă legile naturii neschimbate. Noi am aflat deja din mecanica cuantică faptul că stările staționare ale unui atom sunt caracterizate de proprietățile lor de simetrie. La fel ar trebui să stea lucrurile și în cazul particulelor elementare, care sunt și ele stări staționare ale materiei."

Euler nu era încă absolut mulțumit. „Ceea ce spuneți acum devine prea abstract. Ar fi mai important să ne imaginăm experimente care se petrec altfel decât cele de până acum, fiindcă de fapt cuantele de lumină sunt constituite

virtual din perechi de particule. Ar trebui să presupunem că cel puțin calitativ putem obține rezultate importante dacă luăm un moment în serios imaginea unui sistem de stele duble și ne întrebăm ce ar rezulta din aceasta conform cu fizica dinainte. De pildă, ne-am putea preocupa de problema interacțiunii a două raze luminoase și ne-am putea întreba dacă ele, intersectându-se în spațiul vid, chiar trec fără nici o piedică una prin cealaltă, cum s-a presupus până acum și cum este cerut de vechile ecuații ale lui Maxwell. Dacă într-una din razele de lumină se află virtual, ca posibilitate, perechi de electroni și pozitroni, atunci cealaltă rază de lumină ar putea suferi o împrăștiere pe aceste particule. Așadar, ar trebui să existe o împrăștiere a luminii pe lumină, o perturbare reciprocă a celor două raze luminoase care ar putea fi calculată din teoria lui Dirac și ar putea fi observată și experimental."

„Observarea experimentală a unui asemenea proces depinde desigur de cât de mare este această perturbare reciprocă. Dar ar trebui neapărat să calculați această interacțiune. Poate că apoi fizicienii experimentatori vor găsi căi și mijloace s-o demonstreze experimental."

„În fond, găsesc că această filozofie a lui «ca și cum» pe care o folosim aici este totuși foarte ciudată. Cuanta de lumină se comportă în multe experimente «ca și cum» ar fi compusă dintr-un electron și un pozitron. Uneori însă se comportă «ca și cum» ar fi compusă din două sau mai multe astfel de perechi. Aparent intrăm într-o fizică complet nedeterminată și vagă. Dar din teoria lui Dirac putem calcula cu mare precizie probabilitatea ca un anumit eveniment să aibă loc, iar experimentele vor trebui să confirme rezultatele."

Am încercat să dezvolt în continuare această filozofie a lui „ca și cum": „Știți că fizicienii experimentatori au găsit de curând încă un fel de particule elementare de greutate medie numite mezoni. În plus, există forțele tari, care țin la un loc nucleul atomic și cărora trebuie să le corespundă niște particule elementare în sensul dualismului

undă-corpuscul. Poate că în general mai există foarte multe particule elementare, pe care nu le cunoaștem până acum din simplul motiv că au un timp de viață prea scurt. Putem compara atunci o particulă elementară în spiritul acestei filozofii a lui «ca și cum» cu un nucleu atomic sau cu o moleculă, adică putem considera că lucrurile stau «ca și cum» o particulă elementară individuală ar fi un ansamblu alcătuit din multe particule elementare, eventual diferite. Atunci ne putem pune și în acest caz întrebarea pe care mi-a pus-o lordul Rutherford de curând la Copenhaga în legătură cu nucleele atomice: «Ce se întâmplă dacă ciocnim o particulă elementară de energie foarte mare cu o alta? Se va opri ea în interiorul particulei elementare-țintă, pe care acum ne-o imaginăm ca pe un ansamblu de particule, va încălzi acest ansamblu și va duce la evaporarea lui sau va trece prin ansamblu lin, fără a produce schimbări prea mari?» Acest lucru depinde desigur și de intensitatea interacțiunii în procesele individuale, iar despre acestea nu știm aproape nimic. Dar poate că merită să ne limităm deocamdată la interacțiunile cunoscute și să vedem ce iese de aici."

Pe vremea aceea eram încă departe de o adevărată fizică a particulelor elementare. Date experimentale nu existau pe atunci decât din radiația cosmică, iar despre experimente sistematice în acest domeniu nici nu putea fi vorba. Euler dorea să știe cât eram de optimist sau de pesimist în legătură cu acest domeniu al fizicii atomice și spuse:

„Întreaga imagine a devenit fără îndoială mult mai complicată odată cu descoperirea antimateriei de către Dirac. O vreme lucrurile arătau de parcă întreaga lume putea fi construită din trei elemente constitutive, și anume proton, electron și cuanta de lumină. Era o reprezentare simplă și se putea spera că lucrurile esențiale vor fi înțelese curând. Acum însă imaginea se tulbură din ce în ce mai mult. Particula elementară nici nu mai este elementară, ci este, cel puțin «virtual», o construcție foarte com-

plicată. Nu înseamnă oare că suntem mult mai departe de a înțelege decât puteam spera înainte?"

„Nu, nu aș spune că sunt de acord. Pentru că imaginea anterioară cu cele trei particule constitutive nici nu era credibilă. De ce să existe trei asemenea entități oarecare, din care una, protonul, este exact de 1 836 de ori mai grea decât a doua, electronul. Prin ce se distinge numărul 1 836? De ce să fie indestructibile aceste entități? Le putem face să se ciocnească între ele cu energii oricât de mari. Este atunci plauzibil ca duritatea lor interioară să depășească orice limită? Acum, după descoperirea lui Dirac, lucrurile arată mult mai rațional. Particula elementară este determinată, ca și starea staționară a unui atom, de o proprietate de simetrie. Stabilitatea formelor, pe care deja Bohr a pus-o la baza teoriei lui atomice și care, cel puțin în mecanica cuantică, poate fi fundamental înțeleasă, este responsabilă și pentru existența și stabilitatea particulelor elementare. Aceste forme se generează mereu și mereu la fel, ca atomii chimiștilor; iar aceasta se datorează faptului că simetria face parte din chiar legile naturii. Desigur că suntem încă foarte departe de a putea formula legile naturii care sunt responsabile pentru structura particulelor elementare. Dar îmi pot imagina destul de bine că din aceste legi se poate calcula și acest număr, 1 836. De fapt, sunt fascinat de ideea că simetria este ceva mai profund decât particula. Aceasta se potrivește cu spiritul mecanicii cuantice, așa cum a fost întotdeauna concepută de Bohr. Se potrivește și cu filozofia lui Platon, dar asta nu trebuie acum să ne preocupe pe noi, ca fizicieni. Să rămânem la ceea ce putem cerceta în mod nemijlocit. Ar trebui să calculați împrăștierea luminii pe lumină, iar eu mă voi ocupa de întrebarea ceva mai generală referitoare la ce se întâmplă când se ciocnesc particule elementare de energie foarte mare."

În lunile următoare ne-am ținut amândoi de acest program de lucru, iar din calculele mele rezulta că însăși interacțiunea principală responsabilă de dezintegrarea β

radioactivă putea deveni foarte mare pentru energii înalte, și că astfel la ciocnirea a două particule elementare de energie foarte mare ar putea apărea multe particule elementare noi. Pentru această așa-numită generare multiplă a particulelor elementare existau indicii experimentale în razele cosmice, dar nu existau încă dovezi experimentale ferme. Abia 20 de ani mai târziu asemenea procese au putut fi observate direct în marile acceleratoare de particule. Euler a calculat împreună cu un alt student care participa la seminarul nostru, Kockel, împrăștierea luminii pe lumină, și, deși în acest caz dovada experimentală n-a putut fi adusă în mod direct, astăzi practic nu mai există îndoieli cu privire la existența împrăștierii calculate atunci de Euler și Kockel.

14

ACȚIUNEA INDIVIDUALĂ ÎN MIEZUL CATASTROFEI POLITICE (1937–1941)

Anii dinaintea celui de-al Doilea Război Mondial, în măsura în care i-am petrecut în Germania, mi-au părut întotdeauna a fi timpul unei nesfârșite singurătăți. Regimul național-socialist se instalase atât de ferm la putere, încât nu mai putea fi vorba de o îmbunătățire a situației venind din interior. În același timp, țara noastră se izolase din ce în ce mai mult de restul lumii și se putea simți clar cum forțele contrare începeau să se contureze în străinătate. Industria militară creștea an de an și părea a nu mai fi decât o problemă de timp când anume aceste puteri organizate se vor angaja într-o luptă nemiloasă, care nu mai putea fi atenuată de nici o înțelegere de drept internațional, de nici o convenție de război și de nici o reținere morală. La toate acestea se adăuga însingurarea individuală chiar în interiorul Germaniei. Înțelegerea între oameni devenise dificilă. Nu se mai putea vorbi liber decât în cel mai restrâns cerc de prieteni. Față de toți ceilalți era folosită o limbă prudentă, reținută, care mai mult ascundea decât comunica. Viața în această lume a neîncrederii era insuportabilă pentru mine și, înțelegând că la sfârșitul acestei evoluții nu se putea afla decât o totală catastrofă pentru Germania, îmi devenise neîndurător de limpede cât de grea era datoria pe care mi-o asumasem în urma vizitei la Planck.

Astfel, îmi amintesc de pildă o dimineață rece și cenușie din ianuarie 1937, când aveam de vândut pe străzile din centrul orașului Leipzig bilete pentru ajutorul

de iarnă. O asemenea activitate făcea și ea parte din compromisurile și umilințele care trebuiau îndurate în acele vremuri, deși în același timp trebuia să recunoști că a aduna bani pentru săraci nu era în fond ceva rău. În timp ce mă duceam de colo colo purtând cutia de colectă, mă aflam într-o stare de disperare totală. Nu din cauza gestului de obediență impus, care mi se părea neînsemnat, ci din cauza absenței oricărui sens și a oricărei speranțe în tot ce făceam și în tot ce se întâmpla în jurul meu. Astfel am intrat într-o stare sufletească ciudată și înspăimântătoare. Casele de-a lungul străzilor înguste îmi păreau foarte îndepărtate și aproape ireale, ca și cum ar fi fost deja distruse și nu mai rămăsese decât imaginea lor; oamenii îmi păreau străvezii, corpurile lor parcă părăsiseră deja lumea materială și nu mai putea fi recunoscută decât structura lor sufletească. În spatele acestor apariții schematice și a cerului cenușiu simțeam o luminozitate intensă. Am observat că unii oameni erau deosebit de amabili cu mine și îmi înmânau contribuția lor cu o privire care pentru moment mă aducea înapoi din depărtări și mă lega strâns de ei. Dar apoi eram din nou foarte departe și simțeam că această însingurare extremă putea deveni de neîndurat.

În seara aceleiași zile eram invitat în casa editorului Bücking, la muzică de cameră. Cu juristul Jacobi de la Universitatea Leipzig, care era un excelent violonist și un prieten fidel, și cu amfitrionul ca violoncelist, urma să cântăm trioul în sol major de Beethoven, pe care îl cunoșteam bine încă din tinerețe. În 1920 interpretasem partea lentă din acest trio la serbarea de bacalaureat de la München. De data aceasta îmi era frică de muzică și de întâlnirea cu oameni necunoscuți. În starea proastă în care mă aflam, nu mă simțeam capabil să fac față cerințelor unei asemenea seri, și eram bucuros să constat că invitații erau doar în număr mic. Una dintre tinerele din auditoriu, care venea pentru prima dată în casa Bücking, reuși de la prima noastră discuție să depășească distanța la care mă aflam în ziua aceea ciudată. Simțeam cum realitatea

se apropia din nou de mine, iar partea lentă a trioului a însemnat pentru mine o continuare a discuției cu acea tânără. Câteva luni mai târziu ne-am căsătorit, iar Elisabeth Schumacher a împărțit cu mine în anii următori, cu mult curaj, toate greutățile și primejdiile. Astfel am pornit la un nou început și ne-am putut pregăti să facem față împreună furtunii ce se apropia.

În vara anului 1937 am ajuns pentru scurtă vreme în zona politică periculoasă. Aceasta a fost o primă încercare de rezistență, dar aici voi trece peste ea, dat fiind că mulți dintre prietenii mei au avut de îndurat încercări mult mai grele.

Hans Euler era în mod regulat oaspete la noi acasă. Deseori ne sfătuiam împreună asupra problemelor politice pe care le aveam de înfruntat. Euler fusese o dată invitat să participe la o tabără a docenților și asistenților național-socialiști, care urma să aibă loc pentru câteva zile într-o localitate mai mică din împrejurimi. L-am sfătuit să participe, pentru a nu-și periclita postul de asistent, și i-am povestit despre tânărul conducător de organizație a tineretului hitlerist care mi se confesase odată și pe care probabil că îl va întâlni acolo. Ar fi putut avea o discuție interesantă cu el.

Când s-a întors, Euler era mișcat și tulburat și ne-a relatat în detaliu experiența lui.

„Componența umană a unei asemenea tabere este extrem de ciudată. Desigur că mulți se duc acolo pentru că se cere și pentru că nimeni nu vrea să-și pună în pericol serviciul, așa cum am făcut și eu. Dar mai există și grupul mai mic al celor tineri, din care face parte și tânărul conducător de organizație a tineretului hitlerist pomenit de dumneavoastră, care crede cu adevărat în național-socialism și este de părere că din el poate apărea ceva bun. Eu știu însă câte lucruri îngrozitoare au rezultat deja din această mișcare și câte nenorociri va mai aduce probabil Germaniei. Pe de altă parte, simt că unii dintre acești tineri național-socialiști vor ceva asemănător cu ce vreau și eu. Și pentru ei este insuportabilă această societate

burgheză rigidă, în care bunăstarea materială și recunoașterea din exterior sunt considerate criteriile de valoare cele mai importante. Ei vor să înlocuiască această formă, devenită găunoasă, cu ceva mai consistent, mai viu, vor ca relațiile dintre oameni să devină mai umane, iar toate acestea le vreau în fond și eu. Încă nu pot pricepe de ce dintr-o asemenea încercare trebuie să rezulte atâta neomenie. Văd numai că așa se întâmplă. Astfel încep să am îndoieli care descompun întreaga imagine. Ani de-a rândul sperasem că mișcarea comunistă ar putea ieși învingătoare. Dacă soarta ar fi decis astfel, atunci sigur că fericirea și nefericirea ar fi fost altfel împărțite între oameni și am fi făcut multe lucruri mai bine. Dar nu mai știu sigur dacă în acel caz cantitatea totală de neomenie ar fi fost mai mică. Se vede că bunăvoința tinerilor nu este suficientă pentru asta. În joc intră forțe mai puternice, care nu mai pot fi controlate. Pe de altă parte, răspunsul nu poate fi păstrarea pur și simplu a tot ce a fost, căci devenise o formă lipsită de conținut. Probabil că nici nu ar fi posibil. Ce să ne dorim și ce mai putem face acum?"

„Poate că vom avea de așteptat pur și simplu până când vom putea face din nou ceva, iar între timp trebuie să menținem ordinea în micile domenii în care avem de trăit", voi fi răspuns eu.

În vara anului 1938 norii cenușii ai politicii mondiale deveniseră atât de deși, încât au început să întunece și noul meu cămin. A trebuit să-mi fac serviciul militar la vânătorii de munte la Sonthofen timp de două luni, și de mai multe ori am fost pregătiți cu toate armele pentru a fi transportați la granița cehă. Deși norii s-au mai retras o dată, eram convins că nu poate fi vorba decât de o scurtă amânare.

Spre sfârșitul anului s-a petrecut în știința noastră încă un eveniment neașteptat. La unul din seminariile noastre de marți de la Leipzig veni Carl Friedrich de la Berlin cu vestea că Otto Hahn obținuse printre altele elementul bariu la bombardarea unor atomi de uraniu cu neutroni. Aceasta însemna că nucleul atomului de uraniu fusese

fisurat în două părți aproximativ egale, iar noi am început bineînțeles imediat să ne punem întrebarea dacă un asemenea proces putea fi explicat cu ce știam până atunci despre nucleele atomice. Comparasem mai demult nucleul atomic cu o picătură de fluid din protoni și neutroni și Carl Friedrich estimase cu câțiva ani în urmă prin calcul, din datele experimentale, densitatea de energie, tensiunea superficială și respingerea electrostatică în interiorul picăturii. Acum constatam spre surprinderea noastră că, în conformitate cu acele calcule, procesul atât de neașteptat al fisiunii nucleare era de fapt plauzibil. La nuclee atomice foarte grele procesul de fisiune nucleară putea avea loc, cu degajare de energie, de la sine și nu avea nevoie pentru a fi inițiat decât de un mic impuls din afară. Un neutron care ciocnește un asemenea nucleu poate iniția fisiunea. Părea ciudat că nu ne gândiserăm dinainte la această posibilitate. Acest raționament a condus însă spre o altă concluzie, foarte tulburătoare. Cele două părți ale nucleului fisurat nu erau probabil imediat după rupere două formațiuni perfect sferice, deci conțineau energie în exces, care putea duce în continuare la o anumită evaporare, adică la eliberarea unor neutroni de la suprafață. Poate că acești neutroni astfel eliberați puteau ciocni alte nuclee de uraniu, pe care să le fisureze la rândul lor și astfel să provoace în final o reacție în lanț. Desigur că trebuiau să se efectueze încă multe experiențe înainte de a considera asemenea fantezii drept fizică adevărată. Dar chiar și mulțimea de posibilități ni se păru fascinantă și înspăimântătoare. Un an mai târziu aveam să fim confruntați în mod direct cu întrebarea privind posibilitățile tehnice ale folosirii energiei atomice în mașini sau arme nucleare.

Când o corabie este silită să navigheze prin furtună, atunci va fi pregătită dinainte: hublourile vor fi închise ermetic, parâmele vor fi întinse și toate părțile mobile vor fi legate sau bătute în cuie, pentru a putea face față vremii proaste cu cel mai mare grad de siguranță. Astfel, în primăvara anului 1939 am căutat pentru familia mea o casă

la țară în munți, unde să se poată ascunde soția mea împreună cu copiii când vor fi distruse orașele. Am găsit o asemenea casă la Urfel, pe malul sudic al lacului Walchen, cam la o sută de metri deasupra acelui drum pe care pe vremuri, tineri fiind, împreună cu Wolfgang Pauli și Otto Laporte făcusem acea drumeție cu bicicletele și discutasem despre teoria cuantică în timp ce priveam muntele Karwendel. Casa fusese proprietatea pictorului Lovis Corinth și cunoșteam priveliștea de pe terasă deja din tablourile lui cu peisaje de la Walchensee pe care le văzusem prin expoziții.

Încă ceva avea să se întâmple înainte de război. Aveam mulți prieteni în America și am simțit nevoia să-i mai văd o dată. Nu știam dacă ne vom reîntâlni după aceea. Dacă voi putea participa la reconstrucție, atunci speram ca ei să mă ajute.

Astfel, în lunile de vară ale anului 1939 am ținut cursuri la universitățile din Ann Arbor și Chicago. Cu această ocazie l-am întâlnit pe Fermi[1], împreună cu care frecventasem ca studenți seminariile lui Born la Göttingen. Fermi devenise pentru mulți ani fizicianul cel mai important din Italia, dar emigrase apoi în America din cauza catastrofei politice care se apropia. Vizitându-l pe Fermi la el acasă, m-a întrebat dacă nu ar fi mai bine să mă mut și eu în America.

„Ce mai căutați în Germania? Nu puteți împiedica războiul și va trebui să faceți lucruri pe care de fapt nu vreți să le faceți și să răspundeți pentru ele. Dacă suportând acolo toată mizeria ați putea face ceva bun, atunci aș mai înțelege opțiunea dumneavoastră. Dar probabilitatea e aproape neglijabilă. Aici însă puteți avea un

[1] Enrico Fermi (1901–1954), fizician italian cu remarcabile contribuții atât în plan experimental, cât și în plan teoretic, mai ales în teoria cuantică, mecanica statistică și fizica nucleară. În 1938 a primit Premiul Nobel pentru cercetările sale în domeniul radioactivității induse. În 1942 a construit la Chicago primul reactor nuclear. (*N. t.*)

nou început. Vedeți dumneavoastră, toată această țară a fost ridicată de europeni care au fugit din patria lor pentru că nu mai voiau să suporte mizeria situației de acolo, nici veșnicele certuri și conflicte dintre micile națiuni, asuprirea, eliberarea și revoluțiile și toată disperarea care decurge din ele. Pentru că voiau să trăiască aici, într-o țară mare și liberă, fără tot balastul trecutului istoric. În Italia fusesem un om important, dar aici sunt din nou un tânăr fizician, și asta e incomparabil mai frumos. De ce nu vreți să vă debarasați și dumneavoastră de tot balastul și să începeți din nou? Aici puteți să faceți fizică bună și să luați parte la marele avânt al științelor naturii din această țară. De ce vreți să renunțați la această șansă?"

„Ceea ce spuneți pot să simt și eu atât de bine, încât mi-am spus de mii de ori aceleași lucruri, iar posibilitatea de a scăpa din strânsoarea Europei pentru a veni aici, în acest spațiu larg, mi-a fost o ispită permanentă de când am venit prima dată în vizită acum zece ani. Poate că ar fi trebuit să emigrez atunci. Dar până la urmă m-am hotărât să adun în jurul meu un cerc mic de tineri care vor să participe la aceste lucruri noi în știință și care vor putea mai târziu, după război, împreună cu alții, să facă din nou în Germania știință bună. Dacă i-aș lăsa acum pe acești tineri de izbeliște, aș avea senzația că îi trădez. Cei tineri pot emigra mult mai greu decât noi. Ei nu pot găsi așa ușor de lucru ca noi și mi s-ar părea nedrept să folosesc acest avantaj pentru mine. Mai am încă speranța că războiul nu va dura prea mult. Încă din timpul crizei din toamna trecută, când am fost concentrat ca soldat, am văzut că la noi aproape nimeni nu dorește războiul. Iar când va ieși la iveală totala minciună a așa-zisei politici de pace a Führer-ului, îmi pot închipui că poporul german se va lămuri și se va despărți de Hitler și de acoliții lui. Dar trebuie să recunosc că nu putem fi siguri în privința asta."

Fermi continuă: „Mai există aici o problemă la care ar trebui să vă gândiți. Știți că procesul fisiunii nucleare descoperit de Hahn poate fi folosit probabil la generarea unei reacții în lanț. Trebuie să contăm așadar pe posibilitatea

folosirii tehnice a energiei atomice la aparate sau bombe atomice. Această dezvoltare tehnică va avea loc probabil cu mare viteză în ambele tabere în caz de război. Fizicienii atomiști vor fi atunci obligați de conducerile țărilor lor să participe la această dezvoltare."

„E într-adevăr o posibilitate înspăimântătoare și îmi dau evident seama că asemenea lucruri se pot întâmpla", trebuie să fi răspuns eu. „Din păcate, aveți absolută dreptate când vorbiți despre ce va trebui făcut și despre răspundere. Dar ne scutește emigrarea de ele? Deocamdată am totuși impresia fermă că dezvoltarea va merge mai încet, chiar dacă conducerile țărilor o vor cere cu mare urgență, și că războiul se va termina înainte de a se ajunge la aplicarea tehnică a energiei atomice. Dar și în acest caz trebuie să recunosc că nu știu cum va arăta viitorul. Însă dezvoltările tehnice durează de regulă câțiva ani, iar războiul se va termina cu siguranță mai repede."

„Nu credeți că e posibil ca Hitler să câștige războiul?", mă întrebă Fermi.

„Nu, războaiele moderne se poartă cu ajutorul tehnicii și, pentru că Hitler a izolat Germania de toate celelalte mari puteri, potențialul tehnic al părții germane este incomparabil mai mic decât cel al probabilei tabere adverse. Această situație este atât de evidentă, încât uneori chiar îndrăznesc să sper că Hitler, cunoscând situația, nici nu își va asuma riscul de a începe un război. Dar este mai mult o dorință. Pentru că Hitler reacționează irațional și pur și simplu nu va vrea să vadă realitatea."

„Și totuși vreți să vă întoarceți în Germania?"

„Nu știu dacă întrebarea mi se mai poate pune în felul ăsta. Cred că ar trebui să fim consecvenți în deciziile noastre. Fiecare dintre noi s-a născut într-un anume mediu, într-un anume spațiu de limbă și mod de a gândi, iar dacă nu s-a desprins de foarte timpuriu de acest mediu, atunci acolo se dezvoltă și poate să acționeze cel mai bine. Întrucât, din experiența istoriei, în fiecare țară au loc mai devreme sau mai târziu revoluții și războaie, fără îndoială nu poate fi un sfat rațional să emigrezi de fiecare dată înainte de

izbucnirea unui asemenea eveniment. Nu pot emigra cu toții. Oamenii trebuie să învețe să împiedice catastrofele, atât cât este cu putință, nu să fugă pur și simplu de ele. Aproape că e de dorit să se ceară ca, dimpotrivă, fiecare să preia și asupra lui catastrofele din țara sa, iar această cerință ar fi o motivație în plus pentru a se strădui din toate puterile să împiedice acea catastrofă. Desigur că și o asemenea cerință ar fi nedreaptă. Pentru că deseori o persoană singură, oricât s-ar strădui, nu poate face nimic împotriva faptului că majoritatea oamenilor se angajează pe un drum complet greșit și nu se poate cere de la ea ca, neputând să-i oprească pe ceilalți, să renunțe și la salvarea proprie. Cu asta vreau să spun că în asemenea cazuri nu există criterii generale după care ne-am putea călăuzi. Trebuie să luăm hotărârea fiecare pentru sine și nu știm dacă am acționat corect sau incorect. Probabil că și una și alta. Acum câțiva ani am luat hotărârea să rămân în Germania — poate că hotărârea era greșită — dar eu cred că nu ar trebui s-o schimb acum. Pentru că știam de pe atunci că se vor petrece îngrozitor de multe nedreptăți și mizerii, așa încât nu s-a schimbat nimic din premisele pentru această hotărâre."

„E păcat", spuse Fermi, „dar poate că ne revedem după război."

Înainte de a pleca de la New York am mai avut o discuție asemănătoare cu Pegram, fizicianul experimentator de la Universitatea Columbia care era mai în vârstă decât mine, avea mai multă experiență și al cărui sfat însemna mult pentru mine. Îi eram recunoscător pentru bunăvoința cu care m-a sfătuit să emigrez în America, dar eram și puțin trist că nu reușisem să-l conving de motivele mele. I se părea probabil pur și simplu de neînțeles ca cineva să-și dorească să se întoarcă într-o țară despre care era convins că va pierde războiul ce avea să înceapă în curând.

Vasul Europa, cu care m-am întors în Germania în primele zile ale lui august 1939, era aproape pustiu, iar

această pustietate sublinia argumentele pe care Fermi și Pegram le folosiseră în discuțiile cu mine.

În a doua jumătate a lui august ne-am instalat în casa nou cumpărată din Urfeld. Când, în dimineața zilei de 1 septembrie, am coborât de pe deal spre poștă pentru a-mi lua corespondența, a venit spre mine patronul hotelului Zur Post spunând: „Știți, nu-i așa, că războiul împotriva Poloniei a început?" Iar când văzu chipul meu înspăimântat, adăugă consolator: „Ei, nu vă necăjiți dom' profesor, în trei săptămâni s-a și gătat cu războiul."

Câteva zile mai târziu am primit un ordin de mobilizare care, împotriva așteptărilor mele, nu mă chema la vânătorii de munte, unde îmi făcusem serviciul militar, ci la comandamentul pentru armament al armatei de la Berlin. Acolo am aflat că, împreună cu un grup de alți fizicieni, trebuia să lucrez la problema întrebuințării tehnice a energiei atomice. Carl Friedrich primise și el un ordin de mobilizare asemănător, iar astfel, în perioada următoare, am avut deseori la Berlin posibilitatea să ne gândim și să discutăm despre noua noastră situație. Vreau să încerc să redau în rezumat, după atâta vreme, diferitele gânduri și raționamente ale noastre de atunci într-un singur dialog.

„Așadar faci și tu parte din «Asociația uraniului» și desigur te-ai gândit mult la ce avem de făcut în misiunea care ni s-a dat aici", voi fi început eu discuția. „Întâi de toate este vorba despre o fizică foarte interesantă, iar dacă ar fi pace și nu ar fi vorba decât de fizică, atunci cu toții ne-am bucura să putem colabora la o problemă de asemenea importanță. Dar acum este război și tot ce facem poate însemna pentru noi sau pentru alții o primejdie extremă. Trebuie să ne gândim foarte atent la ce avem de făcut."

„Ai dreptate și m-am gândit și eu la posibilitatea de a mă elibera de această obligație. Probabil că ne-am putea duce, fără prea mari dificultăți, voluntari pe front, am putea să lucrăm la alte aplicații tehnice, mai puțin primejdioase. Dar de fapt am ajuns la concluzia că ar trebui să rămânem

aici, să lucrăm la problema uraniului tocmai pentru că e vorba despre un proiect cu posibilități extreme. Dacă folosirea tehnică a energiei atomice se află undeva într-un viitor îndepărtat, atunci nu poate fi dăunător să ne ocupăm de acest proiect, pentru că ne-ar da chiar și posibilitatea să conducem, relativ în afara pericolelor, prin toată perioada războiului, fizicienii tineri cei mai dotați pe care i-am format în ultimii zece ani în domeniul fizicii atomice. Dacă însă tehnica atomică bate, ca să spun așa, la ușă, atunci e mai bine să putem avea o influență asupra dezvoltării ei, decât s-o lăsăm altora sau la voia întâmplării. Desigur că nu știm cât timp putem, ca oameni de știință, să păstrăm în mâinile noastre o asemenea dezvoltare. Dar trebuie să existe un stadiu intermediar mai lung în care fizicienii să aibă cu adevărat controlul asupra situației."

Am replicat: „Așa ceva nu ar fi posibil decât dacă între serviciile din comandamentul pentru armament al armatei și noi s-ar crea o relație de încredere. Dar tu știi că doar cu un an în urmă am fost interogat de mai multe ori de Gestapo și îmi amintesc cu mare neplăcere de beciul din strada Prinz Albert, unde pe perete era mâzgălit cu litere groase: «Respiră adânc și liniștit.» Așa încât eu unul nu-mi pot închipui o asemenea relație de încredere."

„Încrederea nu există niciodată între niște servicii oarecare, ci numai între oameni. De ce să nu existe într-un comandament al armatei și oameni care să se apropie de noi fără prejudecăți și care să fie dispuși să discute împreună cu noi despre ce ar fi mai bine de făcut. În fond, este interesul nostru comun."

„Poate, dar e un joc foarte periculos."

„Există foarte multe niveluri de încredere. Nivelurile posibile în cazul de față sunt poate suficiente pentru a împiedica dezvoltări din cale afară de iraționale. Dar, de fapt, tu ce crezi despre fizica problemei noastre?"

Am încercat atunci să-l confrunt pe Carl Friedrich cu rezultatele cercetărilor teoretice încă foarte provizorii pe care le făcusem în primele săptămâni de război și care

nu puteau fi privite decât ca un fel de trecere în revistă a problemei din punctul de vedere al fizicii.

„Pare-se că uraniul care se găsește în natură nu permite inducerea unei reacții în lanț cu neutroni rapizi, așa că nu permite nici construirea de bombe atomice. Acesta e un mare noroc. Pentru o asemenea reacție în lanț poate fi folosit numai uraniul 235, pur sau cel puțin mult îmbogățit, pentru obținerea căruia, dacă este în principiu posibilă, e nevoie de un efort tehnic imens. S-ar putea să existe și alte substanțe asemănătoare, care sunt însă cel puțin la fel de greu de obținut. Bombe atomice de felul ăsta nu vor exista așadar în perioada următoare, nici la englezi sau americani, nici la noi. Dar dacă se aduce uraniul în contact cu o substanță de frânare, care să încetinească într-un interval de timp scurt neutronii rezultați din procesul de fisiune, adică să-i aducă la viteza mișcării termice, atunci poate că s-ar porni o reacție în lanț care să producă energie într-un mod controlat. Este însă desigur important ca această substanță de frânare să nu capteze neutronii. Așadar trebuie folosite substanțe cu un coeficient foarte mic de absorbție a neutronilor. De aceea, apa obișnuită nu va fi convenabilă. Dar poate că apa grea sau cărbunele foarte pur, în formă de grafit, sunt convenabile. De aceea, în perioada următoare, lucrurile acestea trebuie verificate experimental. Cred că ne putem concentra mai întâi, cu conștiința curată, chiar și față de cei care ne-au însărcinat cu acest proiect, asupra reacției în lanț într-un asemenea cuptor de uraniu, lăsând problema obținerii uraniului 235 pe seama altora. Pentru că această separare de izotopi, chiar dacă va reuși, nu va da rezultate tehnice relevante decât după o perioadă îndelungată."

„Așadar, tu crezi că efortul tehnic de a construi un asemenea cuptor de uraniu, dacă poate fi construit cu adevărat, ar fi mai mic decât pentru bombele atomice?"

„Asta mi se pare absolut sigur. Separarea a doi izotopi grei, cu mase atât de apropiate cum sunt uraniul 235 și uraniul 238, și încă în cantități de ordinul de mărime a cel puțin câteva kilograme de uraniu 235, este o problemă

tehnică uriașă. La cuptorul de uraniu poate că nu e vorba decât de obținerea uraniului natural chimic pur, a grafitului și a apei grele, în cantități de ordinul câtorva tone. Efortul tehnic și investiția necesară s-ar putea să fie în acest caz mai mici cu un factor 100 sau poate chiar 1000. Eu cred de aceea că atât grupul vostru de la Berlin, din Institutul Kaiser-Wilhelm, cât și grupul nostru de lucru de la Leipzig trebuie să se limiteze la munca de demarare a cuptorului de uraniu. Și desigur va trebui să lucrăm în strânsă colaborare."

Carl Friedrich răspunse: „Ce spui tu este foarte clar pentru mine și sună liniștitor, mai ales că lucrările la cuptorul de uraniu vor fi folositoare și după război. Dacă va exista o tehnică atomică civilă, atunci probabil că-și va avea originea în cuptorul de uraniu, care va fi apoi folosit ca element generator de energie în centrale energetice, pentru motoarele vapoarelor sau pentru scopuri asemănătoare. Lucrul în anii războiului va face poate ca o echipă de oameni tineri, deprinși cu tehnica atomică de la începuturile ei, să fie formată profesional pentru a participa la dezvoltările tehnice ulterioare.

Dacă vrem să urmăm această cale, va fi important ca de pe acum, în negocierile cu comandamentul pentru armament, să vorbim numai rareori și în treacăt despre posibilitatea bombelor atomice. Desigur că trebuie să avem permanent în vedere și această posibilitate, fie doar și pentru a nu fi luați prin surprindere de rezultatele obținute în cealaltă tabără. Eu găsesc că nici din punct de vedere istoric nu este plauzibil ca războiul de acum să poată fi tranșat prin inventarea bombelor atomice. Acest război este în atât de mare măsură condus de forțe irațională, de speranțele utopice ale tineretului și de resentimentele pline de răutate ale unui strat al generației mai vechi, încât tranșarea cu ajutorul bombei atomice ar duce și mai puțin la rezolvarea problemelor decât tranșarea prin înțelegerea lucidă a situației sau prin epuizare. Dar vremea de după război ar putea fi marcată de tehnica atomică și de alte progrese tehnice."

„Așadar, nici tu nu întrevezi posibilitatea ca Hitler să câștige războiul?" l-am întrebat eu.

„Sincer vorbind, în legătură cu asta am sentimente contradictorii. Oamenii capabili de judecăți politice pe care îi cunosc bine, și în primul rând tatăl meu, nu cred că Hitler poate câștiga războiul. Tatăl meu a fost întotdeauna de părere că Hitler este un smintit și un infractor cu care lucrurile nu pot lua decât o întorsătură proastă. În această convingere a lui, tatăl meu nu a avut niciodată îndoieli. Dar dacă acesta ar fi tot adevărul, atunci succesele de până acum ale lui Hitler nu ar fi de înțeles. Un infractor smintit nu reușește așa ceva. Eu cred din 1933 că criticii cu experiență ai lui Hitler, liberali sau conservatori, nu reușesc deloc să înțeleagă ceva esențial la el, și anume motivul puterii lui sufletești asupra oamenilor. Dar nici eu nu-l pricep, ci doar simt această putere. În repetate rânduri a dovedit prin fapte că previziunile împotriva lui erau false. Poate că și acum va putea face același lucru."

Am răspuns: „Nu, cel puțin nu în cazul în care problema puterii se pune până la capăt. Pentru că potențialul tehnic-militar al părții engleze și americane este incomparabil mai mare decât cel german. Cel mult ne-am putea gândi la posibilitatea ca tabăra cealaltă să renunțe la ideea de a crea un vid de putere politică în Europa Centrală, din motive politice care ar viza un viitor mai îndepărtat. Dar agresivitatea sistemului național-socialist, în special în problema rasială, va bloca probabil asemenea posibilități de ieșire din conflict. Evident că nimeni nu știe cât de repede se va termina războiul. Poate că subestimez capacitatea de rezistență a aparatului puterii construit de Hitler. Dar, în orice caz, în tot ce facem acum trebuie să ne gândim mai ales la vremurile de după război."

„Poate că ai dreptate", spuse Carl Friedrich în cele din urmă. „Se prea poate ca în problema asta să mă las influențat mai mult de dorințe decât de realitate. Cât de puțin îi putem dori lui Hitler victoria, tot atât de puțin ne putem dori totala înfrângere a țării noastre, cu toate consecințele

ei înspăimântătoare. Cu Hitler, evident că nu vom putea obține un compromis pentru pace. Dar oricum se va sfârși, este sigur că de pe acum trebuie să pregătim reconstrucția de după război."

Lucrările experimentale au început relativ curând la Leipzig și la Berlin. Eu participam în primul rând la măsurătorile asupra proprietăților apei grele, pe care le pregătise foarte minuțios Döpel la Leipzig, dar mergeam și la Berlin deseori pentru a urmări cercetările de la Institutul Kaiser-Wilhelm din Dahlem, la care participau, în afară de Carl Friedrich, diverși foști colaboratori și prieteni, în special Karl Wirtz.

Pentru mine a fost o mare dezamăgire că nu l-am putut convinge pe Hans Euler să participe la proiectul uraniului. Motivele acestui refuz trebuie prezentate ceva mai pe larg. În lunile dinaintea începerii războiului, când eu eram în America, Euler se împrietenise cu un doctorand al meu, finlandezul Grönblom. Grönblom era un tânăr cu înfățișare robustă și sănătoasă, plin de viață, optimist, nutrind credința că lumea e bună și că se poate înfăptui binele. Ca fiu al unui mare industriaș finlandez, a fost poate ușor surprins la început să aibă de-a face cu un comunist convins cu care se putea înțelege atât de bine. Dar fiindcă pentru el mult mai importante erau calitățile umane decât părerile sau principiile, îl acceptă pe Euler așa cum era, cu întreaga deschidere și francheță a tinerilor. Când a început războiul, pentru Euler a fost o grea lovitură faptul că Rusia comunistă s-a aliat cu Hitler pentru a împărți Polonia. Câteva luni mai târziu, când trupele rusești au atacat Finlanda, Grönblom a fost și el mobilizat la regimentul lui și a trebuit să lupte pentru libertatea țării sale. Aceste evenimente l-au transformat profund pe Euler. Vorbea puțin și simțeam că se îndepărtează nu numai de mine, ci și de ceilalți prieteni, de fapt de toată lumea.

Nu fusese mobilizat până atunci, probabil datorită sănătății lui șubrede. Eu îmi făceam griji că totuși asta se va întâmpla mai devreme sau mai târziu, și l-am întrebat într-o zi dacă îmi permite să încerc să-l propun

pentru a lucra la problema uraniului. Spre surprinderea mea, mi-a adus la cunoștință că se înrolase voluntar în aviație. Observând fără îndoială cât eram de tulburat de decizia lui, a început să-mi explice în detaliu motivele care îl făcuseră să ia această hotărâre.

„Știți că nu am făcut asta ca să lupt pentru victorie. În primul rând fiindcă nu cred în această posibilitate, iar în al doilea rând fiindcă o victorie a Germaniei național-socialiste ar fi la fel de înspăimântătoare pentru mine ca și o victorie a rușilor asupra Finlandei. Cinismul nestăpânit cu care cei puternici încalcă toate principiile pe care le declaraseră în fața popoarelor lor, numai pentru a profita de o ocazie, nu îmi mai lasă nici o speranță. Desigur că nu m-am înrolat într-o trupă unde ar trebui să ucid alți oameni. La aviația de recunoaștere, unde vreau să-mi fac serviciul militar, pot fi într-adevăr eu împușcat, dar nu trebuie nici să împușc, nici să arunc bombe. Din punctul ăsta de vedere, totul este așadar în ordine. Dar în această mare de nonsens, nici nu știu la ce ar putea servi să lucrez aici la aplicații legate de folosirea energiei atomice."

„Catastrofa care se întâmplă acum nu poate fi oprită de nici unul dintre noi", am replicat eu. „Nici de dumneavoastră, nici de mine. Dar după aceea, viața va continua, aici și în Rusia și în America, peste tot. Până atunci, mulți oameni vor dispărea, serioși și neserioși, nevinovați și vinovați. Dar apoi supraviețuitorii vor trebui să încerce să construiască o lume mai bună. Nici acea lume nu va fi din cale-afară de bună și va trebui să recunoaștem că războiul nu a rezolvat aproape nici o problemă. Totuși, anumite greșeli vor putea fi evitate și anumite lucruri se vor putea face mai bine. De ce să nu participați la asta?"

„Nu fac un reproș nimănui care își asumă o asemenea datorie. Cine a fost dispus și înainte să se adapteze la nedreptățile existente și a preferat pașii mici și dificili unei mari revoluții, acela își va vedea resemnarea confirmată și va face după război din nou pași mici și dificili, care poate că pe termen lung aduc mai multe îmbunătățiri decât

orice revoluție. Dar pentru mine lucrurile arată altfel. Eu chiar sperasem că ideea comunistă va putea înnoi din temelii conviețuirea între oameni. De aceea nici nu vreau ca acum să am o situație mai ușoară decât nevinovații cei mulți care sunt sacrificați pe fronturi, în Polonia, în Finlanda sau în altă parte. Aici, la Leipzig, văd că unii care poartă insigna partidului național-socialist, deci care sunt mai răspunzători pentru război decât alții, s-au scutit de serviciul militar. Acest gând îmi e absolut insuportabil și încerc, cel puțin în ceea ce mă privește, să rămân fidel speranțelor mele. Cine vrea să transforme lumea într-un cuptor de topit, acela trebuie să fie și dispus să se arunce în cuptor. Acest lucru trebuie să-l înțelegeți."

„Desigur, aici vă înțeleg foarte bine. Dar ca să rămânem la imaginea cuptorului: nu trebuie să sperăm că materia topită, când se va solidifica din nou, va lua exact formele pe care ni le-am dorit, pentru că forțele care intervin în mod esențial în procesul solidificării provin din dorințele tuturor oamenilor, nu numai din dorințele noastre."

„Dacă aș mai nutri asemenea speranțe, probabil că și eu aș acționa în alt fel. Dar simt cu prea mare intensitate lipsa de sens a ceea ce se întâmplă ca să mai pot avea curaj pentru viitor. E frumos însă că dumneavoastră puteți."

Nu am reușit să-l conving pe Euler. În scurt timp a fost trimis la antrenamente la Viena, iar scrisorile lui, care la început erau la fel de apăsătoare ca și ultima noastră discuție, au devenit după câteva luni mai relaxate și mai libere. L-am întâlnit încă o dată la Viena, unde aveam de ținut o conferință. Euler m-a invitat să bem un pahar de vin nou într-un restaurant situat sus, dincolo de Grinzing. Nu voia să vorbească despre război. Stăteam acolo privind în jos spre oraș și brusc un avion zbură la numai câțiva metri deasupra noastră. Euler râse: era un avion din escadrila lui, iar manevra fusese un semn de salut. La sfârșitul lunii mai 1941 am mai primit o scrisoare de la Euler din sudul Europei. Escadrila din care făcea parte avea misiunea de a face zboruri de recunoaștere în Grecia,

deasupra Cretei și a Mării Egee. Scrisoarea avea un ton de voioșie liberă în care nu mai găseai trecutul sau viitorul, ci doar prezentul:

„După paisprezece zile am uitat aproape complet tot ce e dincolo de acest sud european magnific. Nici măcar nu mai știm ce zi a săptămânii este. Locuim în câteva vile din golful Eleusis și când nu suntem de serviciu ducem o viață minunată la soare și în valurile albastre. Ne-am cumpărat o barcă cu vele și ne place mult să mergem în expediții din care aducem carne și portocale. Vrem să rămânem aici pentru totdeauna. Nu avem la dispoziție decât puțin timp pentru a visa printre vechile coloane de marmură, dar aici, la poalele munților și lângă țărm, aproape că nu e nici o deosebire între trecut și prezent."

Gândindu-mă la schimbările petrecute cu Hans Euler, amintirile mi-au zburat înapoi la discuția avută cu Niels la Öresund și mi-a venit în minte strofa din poezia lui Schiller pe care mi-o recitase atunci Niels:

Des Lebens Ängsten, er wirft sie weg,
Hat nicht mehr zu fürchten, zu sorgen,
Er reitet dem Schicksal entgegen keck,
Trifft's heute nicht, trifft es doch morgen,
Und trifft es morgen, so lasset uns heut,
Noch schlürfen die Neige der köstlichen Zeit.[1]

Câteva săptămâni mai târziu a izbucnit războiul cu Rusia. Din primul zbor de recunoaștere peste Marea de Azov avionul lui Euler nu s-a mai întors. De atunci nu s-a găsit nici o urmă, nici a avionului, nici a echipajului. Și prietenul lui Euler, Grönblom, a căzut pe câmpul de luptă câteva luni mai târziu.

---

[1] „El las-acum a' vieții spaime,/ Nu cunoaște nici teama, nici grija,/ Gonește călare, mândru să dea piept cu soarta,/ Azi încă nu, dar mâine-o va-ntâlni./ De va fi mâine, dă-ne timp acum/ Să sorbim, lacomi, clipa ce-a rămas." (*N. t.*)

15

DRUMUL CĂTRE NOUL ÎNCEPUT (1941–1945)

Spre sfârșitul anului 1941, bazele teoriei fizice pentru folosirea tehnică a energiei atomice erau în cea mai mare parte lămurite pentru noi, cei din „grupul uraniului". Știam că se poate construi un reactor din uraniu natural și apă grea, reactor ce putea produce energie, și că într-un astfel de reactor trebuie să apară un produs din lanțul uraniului 239 care, ca și uraniul 235, ar putea fi folosit ca materie explozibilă pentru bombe atomice. La început, adică spre sfârșitul anului 1939, presupusesem, din rațiuni teoretice, că poate fi folosit ca material de frânare și cărbune pur în loc de apă grea. Dar din cauza unei măsurători a proprietăților de absorbție ale cărbunelui care s-a dovedit eronată, măsurătoare ce fusese efectuată într-un alt institut, foarte reputat, și pe care de aceea noi n-am mai verificat-o, acest drum a fost curând abandonat. Pentru obținerea uraniului 235 nu cunoșteam pe atunci nici o metodă care să fi dus, cu posibilitățile tehnice din Germania și cu mijloacele disponibile în condiții de război, la cantități notabile. Întrucât și materia explozibilă din reactoare putea fi obținută în mod evident numai după funcționarea timp de ani de zile a unor reactoare uriașe, ne era clar că pentru construcția bombelor atomice era necesară o cheltuială tehnică uriașă. Rezumând, putem spune: pe vremea aceea știam că în principiu se pot construi bombe atomice și cunoșteam și o metodă realizabilă, dar am estimat că efortul tehnic necesar este foarte mare, mai mare decât s-a dovedit ulterior a fi. Așa încât eram

în situația fericită de a putea prezenta situația cu toată sinceritatea, știind în același timp cu certitudine că în Germania nu se va da ordinul pentru a fi încercată în mod serios construcția unei bombe atomice, fiindcă o asemenea cheltuială tehnică pentru un scop atât de îndepărtat într-un viitor nesigur era practic inacceptabilă pentru conducerea germană.

Cu toate acestea aveam sentimentul că participam la o evoluție științifico-tehnică foarte periculoasă, și în special Carl Friedrich von Weizsäcker, Karl Wirtz, Jensen și Houtermans erau cei cu care mă sfătuiam uneori, încercând să răspundem la întrebarea dacă este permis să acționăm așa cum ne propuseserăm. Îmi aduc aminte de o discuție avută cu Carl Friedrich în camera mea de la Institutul Kaiser-Wilhelm din Dahlem, după ce Jensen tocmai plecase. Carl Friedrich poate să fi început cu următoarea formulare a întrebărilor:

„În ceea ce privește bombele atomice, deocamdată nu am ajuns în zona cu adevărat periculoasă, pentru că efortul tehnic pare mult prea mare. Dar lucrurile s-ar putea schimba cu trecerea timpului. Așadar, este bine ca noi să lucrăm aici în continuare? Și ce vor face colegii noștri în America? Se vor apuca să construiască din răsputeri bomba atomică?"

Am încercat să îmi închipui că mă aflu în situația lor:

„Situația psihologică a fizicienilor din America, în special a celor emigrați din Germania, este desigur complet diferită de a noastră. Acolo, ei sunt fără îndoială convinși că luptă pentru cauza cea bună, împotriva celei rele, iar în special emigranții se vor simți obligați, tocmai fiindcă au fost primiți cu ospitalitate în America, să-și folosească toate forțele pentru cauza Americii. Dar este bomba atomică, bombă care poate ucide cu o singură lovitură sute de mii de civili, o armă ca oricare alta? Este oare permis să fie folosită și în cazul ei vechea dar problematica regulă: «Pentru cauza bună este permis să se lupte cu toate mijloacele, pentru cauza rea nu»? Este așadar permis

să fie construite bombe atomice pentru cauza cea bună, iar pentru cea rea nu? Și dacă hotărâm să acceptăm acest mod de a privi lucrurile, mod care în cursul istoriei omenirii s-a impus din păcate în repetate rânduri, cine decide care e cauza bună și care e cea rea? În cazul de față este destul de ușor de văzut: cauza lui Hitler și a național-socialiștilor este rea. Dar este cauza americană bună din toate punctele de vedere? Nu este valabilă și aici afirmația că putem recunoaște dacă o cauză este bună sau rea abia analizând alegerea mijloacelor? Desigur, aproape orice bătălie trebuie dusă și cu mijloace rele; dar oare nu există totuși o diferență de grad, care aduce argumente pentru anumite mijloace, iar pentru altele nu? În secolul trecut s-a încercat prin convenții limitarea folosirii mijloacelor rele. Dar aceste limite nu sunt respectate în actualul război, după cât se pare, nici de Hitler, nici de adversarii lui. Cu toate acestea, aș presupune că nici fizicienii din America nu se vor strădui din cale-afară să producă bombe atomice. Evident însă, ar putea fi îmboldiți și de teama că o vom face noi."

Carl Friedrich răspunse: „Ar fi bine dacă ai putea vorbi despre toate acestea cu Niels la Copenhaga. Ar însemna foarte mult pentru mine dacă, de pildă, Niels ar fi de părere că ceea ce facem noi aici este greșit, că ar fi mai bine să renunțăm la lucrul asupra uraniului."

În toamna anului 1941, când credeam că aveam deja o imagine suficient de clară privind posibilele dezvoltări tehnice, am hotărât ca, la invitația Ambasadei Germaniei din Copenhaga, să țin acolo o conferință științifică. De fapt, voiam să folosesc prilejul pentru a vorbi cu Niels despre problema uraniului. Călătoria a avut loc, dacă îmi aduc bine aminte, în octombrie 1941. I-am făcut așadar o vizită lui Niels în locuința lui de la Carlsberg, dar nu am abordat tema periculoasă decât într-o plimbare pe care am făcut-o împreună seara în apropierea casei lui. Întrucât trebuia să mă tem că Niels era urmărit de autoritățile germane, am vorbit cu cea mai mare prudență, pentru

ca mai târziu să nu pot fi acuzat că am făcut o anumită afirmație precisă. Am încercat să-i sugerez lui Niels că în principiu se pot construi bombe atomice, că pentru asta este nevoie de o imensă cheltuială tehnică și că, în calitate de fizicieni, trebuie să ne întrebăm desigur dacă este permis să lucrăm la o asemenea problemă. Din păcate, după primele mele afirmații vagi despre posibilitatea de principiu de a construi bombe atomice, Niels a fost atât de înspăimântat, încât nu a mai recepționat bine partea cea mai importantă pentru mine din toată informația, și anume enorma cheltuială tehnică necesară. Mie mi se părea extrem de important că situația de fapt dădea fizicienilor, într-o anumită măsură, posibilitatea să decidă dacă să încerce construcția de bombe atomice sau nu. Pentru că fizicienii puteau pe drept argumenta în fața conducerilor din țările lor că în cursul războiului bombele atomice nu mai puteau fi luate în calcul sau că, dimpotrivă, cu eforturi extreme puteau fi luate în calcul încă în timpul războiului. Ambele păreri puteau fi susținute cu conștiința împăcată și, într-adevăr, desfășurarea ulterioară a războiului a arătat că nici măcar în America, unde condițiile exterioare erau incomparabil mai favorabile pentru această încercare decât în Germania, bombele atomice nu au fost gata înainte de încheierea războiului cu Germania.

Înspăimântat de posibilitatea de principiu a construirii bombei atomice, Niels nu a mai recepționat ideile sugerate, și poate că și indignarea lui îndreptățită provocată de ocuparea țarii sale de către trupele germane îl împiedica să mai ia în calcul o înțelegere între fizicieni dincolo de hotarele țărilor lor. Pentru mine a fost foarte dureros să constat cât de adâncă era izolarea în care ne adusese politica țării noastre pe noi, germanii, și să recunosc că realitatea războiului putea întrerupe, fie doar și pentru un timp, relații umane vechi de mai multe decenii. Nici discuția ulterioară dintre Niels și Jensen n-a avut un rezultat mai bun.

În ciuda acestui insucces al misiunii mele la Copenhaga, poziția noastră, a membrilor „grupului uraniului" din

Germania, era în fond destul de simplă. Conducerea țării decisese (în iunie 1942) ca lucrul la proiectul unui reactor să fie continuat numai într-un cadru restrâns. Nu a fost ordonată o încercare de construire a bombei atomice. Fizicienii nu aveau nici un motiv să ceară o revizuire a acestor decizii. Astfel, munca la proiectul uraniului a devenit, în timpul care a urmat, o pregătire pentru tehnica atomică pe timp de pace, pentru vremea de după încheierea războiului, iar în această calitate a dat roade folositoare, în ciuda pustiirilor din ultimii ani de război. Poate că nu e o întâmplare faptul că prima centrală atomică exportată de o firmă germană în străinătate, și anume în Argentina, are un reactor compus din uraniu natural și apă grea, așa cum îl plănuiserăm noi în timpul războiului.

Gândurile noastre se îndreptau așadar către noul început de după război. În legătură cu aceasta mi-a rămas deosebit de vie în memorie o discuție care m-a adus pentru prima oară într-o relație mai strânsă cu Adolf Butenandt[1], care pe vremea aceea lucra ca biochimist la unul dintre institutele Kaiser-Wilhelm de la Dahlem. Luaserăm parte împreună la niște colocvii ce aveau loc regulat pe atunci la Dahlem pe probleme la granița dintre biologie și fizica atomică, dar un dialog mai strâns a avut loc între noi abia în noaptea de 1 martie 1943, când — după un atac aerian — a trebuit să mergem pe jos împreună din centrul Berlinului până la Dahlem.

Participaserăm amândoi la o ședință a Academiei pentru Aviație, care se ținuse în clădirea Ministerului Aviației lângă piața Potsdam. Schardin ținuse o prelegere despre efectele fiziologice ale bombelor moderne și subliniase faptul că decesul prin embolie, care poate surveni în cazul exploziilor puternice la distanță mică prin creșterea bruscă a presiunii aerului este relativ blând și

[1] Adolf Friedrich Johann Butenandt (1903–1995), biochimist german, celebru pentru studiile sale privind hormonii sexuali. În 1939 a primit Premiul Nobel pentru chimie. (*N. t.*)

nedureros. Către sfârșitul ședinței se dăduse alarma și ne-am retras cu toții în adăpostul antiaerian al ministerului care, prevăzut cu paturi și saci cu paie, era chiar confortabil. Am cunoscut pentru prima dată un atac aerian cu adevărat dur. Câteva bombe au atins clădirea ministerului, am auzit cum se prăbușeau pereți și tavane, iar un timp nu am știut dacă se mai putea trece prin culoarul care lega adăpostul în care ne aflam de lumea exterioară. Iluminatul se întrerupsese imediat după începutul bombardamentului, iar încăperea era luminată doar sporadic de o lampă de buzunar slabă. La un moment dat doi agenți sanitari au adus o femeie care gemea și a primit primul ajutor. Dacă la început se mai vorbea și chiar se mai râdea din când în când, pe măsură ce bombele deveneau mai dese și se apropiau mai mult, s-a așternut tăcerea și atmosfera a devenit din ce în ce mai apăsătoare. După două explozii foarte puternice, al căror suflu s-a simțit cu toată intensitatea în pivnița noastră, se auzi deodată dintr-un colț vocea lui Otto Hahn: „Domnul Schardin, mișelul, nu mai crede nici el în propria lui teorie." Iar astfel moralul celor prezenți a fost în oarecare măsură restabilit.

După sfârșitul bombardamentului am reușit să ne croim drum spre ieșire printr-un morman de bucăți de beton și bare de metal îndoite. Acolo am avut parte de o priveliște cumplită. Piața din fața ministerului era luminată în roșu de flăcările care cuprinseseră în toată lărgimea lor acoperișurile și etajele superioare ale clădirilor din jur. În unele locuri focul ajunsese până la parter, iar pe străzi se vedeau bălți arzând, provocate probabil de canistrele cu fosfor aruncate din avioane. Piața fremăta de oameni care fugeau spre casele lor, dar era evident că nu exista nici un mijloc de locomoție care să poată prelua transportul către suburbii.

Butenandt și cu mine am găsit drumul prin culoarele pe jumătate blocate spre exterior și am hotărât să parcurgem pe jos împreună, cât de mult posibil, drumul

către locuințele noastre din Fichtenberg și Dahlem. La început mai sperasem că bombardamentul atinsese numai centrul orașului și lăsase intacte cartierele de vile în care locuiam. Dar, cât vedeai cu ochii, de-a lungul străzii Potsdam, kilometri întregi, ghirlande de flăcări se înălțau de o parte și de alta a străzii. În unele locuri se vedeau și extinctoare în acțiune, dar eforturile lor păreau mai degrabă absurde și ridicole.

Chiar și într-un ritm de mers rapid, trebuia să socotim că drumul de la piața Potsdam până la Dahlem ne va lua o oră și jumătate sau două, așa că am avut o discuție destul de lungă. Nu despre situația războiului, pentru că aceasta era prea evidentă ca să mai fie nevoie de comentarii, ci despre speranțele și planurile pentru vremea de după război. Butenandt mi-a pus întrebarea:

„Ce părere aveți despre șansele ca în Germania de după război să se mai poată face știință? Multe institute vor fi distruse, mulți oameni de știință tineri și valoroși vor fi căzut în război, iar nevoile generale vor face ca pentru tot mai mulți oameni alte probleme să fie mai urgente decât sprijinirea științei. Pe de altă parte, reconstrucția cercetării științifice în Germania este totuși una dintre cele mai importante premise pentru o stabilizare de durată a relațiilor economice de la noi și pentru o integrare rezonabilă în comunitatea europeană."

Am răspuns: „Eu cred că putem spera că germanii își vor aminti reconstrucția de după Primul Război Mondial, la care conlucrarea dintre știință și tehnică, mai ales în industria chimică și în cea optică, a adus contribuțiile cele mai importante. Conaționalii noștri vor înțelege așadar repede că fără o cercetare științifică încununată de succes nu se mai poate participa la viața modernă și poate că vor recunoaște, în special în legătură cu fizica atomică, faptul că neglijarea cercetării fundamentale în actualul sistem național-socialist a contribuit și ea la catastrofă, sau cel puțin a fost un simptom al ei.

Dar trebuie să recunosc că acest mod de a înțelege lucrurile nu îmi ajunge. Rădăcina răului se află desigur mai adânc. Ceea ce vedem aici în fața noastră este doar sfârșitul necesar al acelui mit al amurgului zeilor, a acelei filozofii a lui «totul sau nimic» căreia i-a căzut mereu pradă poporul german. Credința într-un conducător, într-un erou și eliberator care duce poporul german prin pericole și suferințe către o lume mai bună în care să fim eliberați de orice presiuni exterioare sau care, dacă destinul ne e potrivnic, pășește hotărât către amurgul întregii lumi — această credință înspăimântătoare și pretenția de absolut legată de ea distrug totul din temelii. Ele înlocuiesc realitatea printr-o iluzie gigantică și fac imposibilă orice înțelegere cu popoarele între care și cu care trebuie să trăim. Eu aș formula de aceea întrebarea mai degrabă în felul următor: e oare posibil ca atunci când iluzia va fi distrusă de realitate, fără rest și fără milă, preocupările științifice să reprezinte pentru noi un drum care să ducă la o judecare mai lucidă și mai critică a lumii și a poziției noastre în ea? Mă gândesc așadar mai curând la latura pedagogică a științei decât la cea economică, la educarea în spiritul gândirii critice pe care o putem aștepta de la ea. Desigur că numărul oamenilor care se pot într-adevăr ocupa activ de știință nu este prea mare. Dar reprezentanții științei au avut întotdeauna parte în Germania de o mare recunoaștere, ei au fost ascultați, iar modul lor de a gândi ar putea influența cercuri mult mai largi."

Butenandt confirmă: „Educarea în spiritul gândirii raționale este desigur un aspect decisiv, iar una dintre datoriile noastre cele mai importante după război va fi să creăm mai mult spațiu pentru acest mod de a gândi. În fond, ar trebui ca desfășurarea de până acum a războiului să fi deschis ochii oamenilor de la noi pentru a vedea realitatea: credința în conducător nu înlocuiește materiile prime și nu poate crea în mod magic o dezvoltare științifică și tehnică. O privire aruncată asupra globului pământesc, asupra teritoriilor uriașe deținute de Statele Unite,

Anglia și Rusia, iar pe de altă parte asupra ținutului minuscul în care se află poporul german pe această planetă, o asemenea privire trebuia să fi fost de ajuns pentru a nu ne aventura în încercarea întreprinsă acum. Dar ne vine greu să gândim logic și lucid. Desigur că nu ne lipsesc oamenii inteligenți, dar ca popor avem tendința să ne pierdem în vise, să prețuim fantezia mai mult decât intelectul și să considerăm sentimentele mai profunde decât gândurile. De aceea va fi în mod urgent necesar ca gândirea științifică să capete mai mult respect, iar în situația grea de după război acest lucru ar trebui să și fie posibil."

Mergeam în continuare printre case în flăcări de-a lungul străzii Potsdam și apoi mai departe pe strada Principală, pe strada Rinului și pe strada Castelului. Deseori trebuia să ocolim bârne care ardeau, resturi ale acoperișurilor care se prăbușiseră pe stradă. Se întâmpla ca drumul să fie barat din cauza pericolului de explozie. Apoi am întârziat când pantoful meu drept a început să ardă, pentru că din neatenție călcasem într-o baltă de fosfor. Din fericire, în imediata apropiere se găsea o băltoacă cu apă, în care am putut să-l sting.

Am încercat să continui discuția: „Noi, germanii, simțim deseori logica și faptele date în cadrul legilor naturii — iar ce avem acum în fața noastră sunt fapte — ca pe un fel de corset, ca pe o apăsare, căreia ne supunem fără tragere de inimă. Părerea noastră este că nu există libertate decât acolo unde putem ieși din acest corset, așadar în împărăția fanteziei, în vise, în beția îmbrățișării unei utopii. Acolo sperăm să înfăptuim în sfârșit absolutul pe care îl bănuim și care ne duce mereu spre realizări dintre cele mai înalte, de pildă în arte. Dar nu ne gândim că a înfăptui înseamnă tocmai să te supui presiunii legităților. Căci real este numai acel lucru care produce efecte în realitate, iar orice efect se bazează pe conexiunea legică a faptelor sau a gândurilor.

Dar chiar dacă luăm în considerare această curioasă înclinație a noastră, a germanilor, pentru vis și mistică, tot nu îmi este clar de ce mulți dintre conaționalii noștri găsesc atât de dezamăgitoare și doar aparent lucidă gândirea științifică. Nu e deloc adevărat că în știință contează numai gândirea logică și înțelegerea și aplicarea unor legi imuabile ale naturii. De fapt, în știință și în special în științele naturii, un rol important îl joacă fantezia. Chiar dacă pentru obținerea faptelor este nevoie de multă muncă experimentală lucidă și meticuloasă, reușita în ordonarea tuturor faptelor are loc prin pătrunderea în interiorul fenomenelor mai degrabă simțindu-le decât gândindu-le. Poate că în acest punct noi, germanii, avem o datorie deosebită tocmai pentru că absolutul exercită asupra noastră o asemenea stranie fascinație. În lumea largă modul de gândire pragmatic este foarte răspândit și știm din prezent și din istorie — nu trebuie decât să ne gândim la imperiile egiptean, roman și anglo-saxon — cât succes poate avea acest mod de a gândi în tehnică, în economie și în politică. Cu toate acestea însă, în știință și în artă, gândirea la nivelul principiilor, așa cum o cunoaștem în forma sa cea mai desăvârșită din Grecia antică, a fost încununată de și mai mult succes. Dacă în Germania au fost create opere științifice și artistice care au schimbat lumea — să ne gândim de pildă la Hegel și Marx, la Planck și Einstein, sau în muzică la Beethoven și Schubert —, lucrul a fost posibil numai prin această relație cu absolutul, prin gândirea la nivelul principiilor până la ultimele consecințe. Așadar, numai acolo unde tendința către absolut se supune constrângerii formei (în știință — gândirii logice lucide, iar în muzică — regulilor armoniei și contrapunctului), numai acolo, numai în această tensiune extremă, acest mod de a gândi își poate desfășura forța adevărată. De îndată ce distruge forma, drumul duce la haos, așa cum îl vedem aici, în fața noastră. Și nu sunt dispus să glorific acest haos folosind concepte precum «amurgul zeilor» sau «sfârșitul lumii»."

Între timp, pantoful meu drept începuse să ardă din nou și a fost nevoie de ceva efort nu numai pentru a-l stinge, ci și pentru a îndepărta complet fosforul. Butenandt comentă:

„Ar fi totuși bine să ne ocupăm de faptele ce ne sunt date nemijlocit. Trebuie să sperăm că în Germania de după război vor exista și politicieni care, printr-o fantezie acționând în limitele faptelor date, să creeze din nou condiții de viață măcar parțial suportabile pentru poporul german. În ce privește știința, aș crede mai degrabă că Societatea Kaiser-Wilhelm reprezintă o bază de pornire relativ bună pentru reconstrucția cercetării în Germania. Universitățile s-au putut sustrage influențelor politice mult mai greu decât Societatea Kaiser-Wilhelm. Ele vor trebui așadar să facă față unor dificultăți mai mari. Deși această Societate a trebuit, prin forța împrejurărilor războiului și a participării la proiecte de înarmare, să facă anumite compromisuri, totuși mulți dintre cei care activează în cadrul ei au relații cordiale cu savanții din străinătate, care prețuiesc cum se cuvine importanța gândirii lucide și critice, atât în Germania, cât și în țările lor, și care vor fi dispuși să ne sprijine din toate puterile."

„În știința dumneavoastră vedeți puncte de pornire pentru o cooperare internațională pașnică după război?"

„Fără îndoială va exista o tehnică atomică pașnică", am răspuns eu, „și anume folosirea energiei atomice prin procesul de fisiune a uraniului, descoperit de Otto Hahn. Întrucât putem spera că în acest război o aplicație practică militară nu va mai juca vreun rol, din cauza cheltuielilor tehnice imense necesare pentru așa ceva, putem să ne imaginăm fără probleme și o cooperare internațională. Pasul decisiv către această tehnică atomică a fost făcut prin descoperirea lui Hahn, iar fizicienii atomiști au conlucrat în fond întotdeauna prietenește dincolo de granițele țărilor lor."

„Da, sigur, va trebui să vedem cum vor arăta lucrurile după sfârșitul războiului. În orice caz trebuie să fim strâns uniți, noi cei de la Societatea Kaiser-Wilhelm."

Cu aceasta ne-am despărțit, deoarece Butenandt se îndrepta către Dahlem, iar eu către Fichtenberg, unde locuiam pentru un timp la părinții lui Elisabeth. De puțină vreme îi adusesem la Berlin pe cei doi copii mai mari ai mei, ca să-l felicite pe bunicul lor de ziua lui de naștere, câteva zile mai târziu, așa încât acum eram îngrijorat neștiind ce se întâmplase cu ei și cu bunicii lor în timpul atacului aerian. Speranța mea ca măcar Fichtenberg să fi scăpat de distrugere nu s-a adeverit. De departe am văzut că în casa vecină focul cuprinsese aproape totul, și chiar din acoperișul casei noastre se vedeau ieșind flăcări. Alergând în dreptul casei vecinilor, am auzit strigăte de ajutor. Dar trebuia să văd mai întâi ce s-a întâmplat cu copiii mei și cu bunicii lor. Casa noastră fusese grav afectată, ușile și obloanele fuseseră distruse de suflul exploziilor, iar spre marea mea surprindere am găsit și casa și pivnița în care era adăpostul antiaerian goale. Abia în pod am găsit-o pe curajoasa mamă a soției mele care, purtând o cască pentru a se proteja de cărămizile ce cădeau, se lupta cu flăcările. De la ea am aflat că copiii fuseseră duși în casa relativ sigură a unor vecini, dincolo de Grădina Botanică, și că dormeau acolo liniștiți, sub protecția bunicului și a proprietarilor, ministrul Schmidt-Ott și soția lui. La noi acasă, stingerea incendiului era în cea mai mare parte încheiată, și a fost suficient să scot câțiva căpriori din acoperiș pentru a fi aproape sigur că focul nu se va mai întinde.

Abia acum m-am îndreptat spre casa vecină, de unde veneau strigătele de ajutor. Acoperișul se prăbușise în cea mai mare parte, grinzile arzând erau răspândite prin grădină, îngreunând accesul. Întregul etaj era în flăcări. La parter am întâlnit-o pe tânăra femeie care strigase după ajutor și mi-a spus că bătrânul ei tată se mai afla sus, în pod, încercând din răsputeri să se apere de flăcările care

se apropiau, înconjurându-l din toate părțile, cu ajutorul unei găleți pe care o umplea mereu cu apă de la un robinet care mai funcționa. Casa scărilor era însă deja complet arsă și nu mai știa cum ar putea fi salvat. Din fericire, îmbrăcasem în locul costumului un trening vechi potrivit pentru asemenea împrejurări, așa încât mă puteam mișca în voie. Cățărându-mă, am ajuns la înălțimea podului și am văzut, în spatele unei perdele de foc, un bărbat bătrân cu părul alb care se apăra de flăcări într-un cerc din ce în ce mai mic, turnând aproape în stare de inconștiență apă în jurul lui. După un salt prin peretele de foc am ajuns în fața lui. O clipă a rămas perplex văzând că apare complet pe neașteptate un necunoscut înnegrit de funingine, dar a luat imediat poziția de drepți, a pus găleata la o parte, s-a aplecat politicos și a spus: „Numele meu este von Enslin. Este foarte drăguț din partea dumneavoastră că ne ajutați." Iată din nou vechea Prusie: disciplină, ordine și cuvinte puține, așa cum o admirasem eu întotdeauna. Pentru o clipă mi-a trecut prin minte discuția avută cu Niels la țărmul de la Öresund și în care Niels îi comparase pe prusaci cu vikingii; a urmat acel raport laconic al unui ofițer prusac luptându-se într-o situație fără ieșire: „Stau aici pentru îndeplinirea datoriei până la capăt." Dar nu aveam timp să mă gândesc la forța unor imagini călăuzitoare. Aici și acum trebuia să acționez. Pe același drum pe care venisem, am reușit să-l aduc pe bătrânul domn în siguranță.

Câteva săptămâni mai târziu, familia noastră s-a mutat conform planurilor făcute înainte de război, de la Leipzig la Urfeld, lângă lacul Walchen. Voiam să ferim copiii pe cât posibil de haosul atacurilor aeriene. Și Institutul Kaiser-Wilhelm pentru Fizică din Dahlem a primit însărcinarea să găsească un alt local, mai puțin periclitat de războiul aviatic. O fabrică de textile dintr-un orășel numit Hechingen, din sudul landului Württemberg, avea destul spațiu disponibil pentru a ne găzdui. Așa încât am început să

ne mutăm cu toate echipamentele de laborator și cu întreaga echipă la Hechingen.

Din ultimii ani haotici de război nu mi-au rămas în memorie decât imagini răzlețe. Ele fac parte din fundalul pe care s-au constituit mai târziu părerile mele privitoare la problemele politice generale, de aceea le voi schița aici în câteva trăsături de condei.

Dintre aspectele cele mai plăcute ale vieții mele la Berlin făceau parte serile așa-numitei „societăți de miercuri", din care făceau parte generalul Beck, ministrul Popitz, chirurgul Sauerbruch, ambasadorul von Hassel, Eduard Spranger, Jessen, Schulenburg și alții. Îmi aduc aminte de o seară petrecută împreună în casa lui Sauerbruch, care după ce ne-a ținut o prelegere științifică despre operații chirurgicale pulmonare, ne-a oferit o masă de-a dreptul princiară pentru acele vremuri de foamete și un vin excelent, așa că la sfârșitul mesei domnul von Hassel s-a urcat pe masă și cânta cântece studențești. Apoi îmi amintesc de ultima seară a acestei „societăți de miercuri" în iulie 1944, când i-am invitat pe membrii ei la casa Harnack. Culesesem în după-amiaza aceea în grădina institutului nostru zmeură, conducerea casei Harnack ne pusese la dispoziție lapte și ceva vin, așa că am putut oferi oaspeților mei măcar o masă frugală. Apoi eu am vorbit despre energia atomică din stele și despre folosirea ei tehnică pe pământ, atâta cât îmi permiteau regulile impuse de secretele de serviciu. La discuții au participat mai ales Beck și Spranger. Beck a înțeles numaidecât că de aici încolo toate reprezentările militare trebuiau complet revizuite, iar Spranger a spus ceea ce noi, fizicienii, presupuneam de mai multă vreme, și anume că dezvoltarea fizicii atomice va aduce cu sine schimbări în modul de a gândi al oamenilor, schimbări ce vor ajunge până în profunzimea structurilor sociale și filozofice.

Pe data de 19 iulie am dus protocolul ședinței la locuința lui Popitz și am plecat imediat cu trenul la München și apoi la Kochel. De acolo trebuia să mai merg două ore

pe jos pentru a ajunge la Urfeld. Pe drum am întâlnit un soldat care își ducea bagajul într-o roabă pe muntele Kessel în sus. Mi-am pus și eu valiza grea în roabă și l-am ajutat la cărat. Soldatul mi-a povestit că tocmai auzise la radio că avusese loc un atentat împotriva lui Hitler. Hitler nu a fost decât ușor rănit, dar la Berlin avea loc o revoltă în conducerea armatei. L-am întrebat cu prudență ce părere avea despre aceste întâmplări. A răspuns numai atât : „Tot îi bine, că se mișcă ceva."[1]

Câteva ore mai târziu stăteam la Urfeld în fața radioului și auzeam cum generalul Beck căzuse în Casa Armatei din strada Bendler. Popitz, Hassel, Schulenburg și Jessen fuseseră acuzați de participare la complot, iar eu știam ce însemna asta. Și Reichwein, care mă mai vizitase în casa Harnack la începutul lui iulie, era întemnițat.

Câteva zile mai târziu am plecat la Hechingen, unde era deja adunată cea mai mare parte a membrilor institutului meu de la Berlin. Pregăteam acolo următorul experiment pentru reactorul atomic într-o pivniță săpată în stâncă, care oferea prin poziția sa în munte sub capela palatului din micul orășel pitoresc Haigerloch o bună protecție împotriva atacurilor aeriene. Drumurile regulate cu bicicleta între Hechingen și Haigerloch, livezile țăranilor, pădurile unde ne duceam să culegem ciuperci în zilele libere, toate acestea erau la fel de prezente cum fuseseră valurile în golful Eleusis pentru Hans Euler, iar noi toți eram în stare să uităm și trecutul, și viitorul vreme de mai multe zile. În aprilie, când pomii fructiferi începuseră să înflorească, războiul se apropia de sfârșit. M-am înțeles cu colaboratorii mei ca atunci când institutul și membrii lui nu vor mai fi supuși nici unei amenințări directe să plec cu bicicleta de la Hechingen pentru a fi alături de familia mea la Urfeld, când aveau să vină trupele străine.

---

[1] În dialect bavarez în textul original. (*N. t.*)

La mijlocul lui aprilie ultimele resturi ale trupelor germane se retrăgeau spre est. Într-o după-amiază am auzit primele tancuri franțuzești. În sud, probabil că trecuseră deja pe lângă Hechingen până în dreptul lui Kamm spre muntele Rauhen Alb. Vremea plecării mele sosise. Către miezul nopții s-a întors Carl Friedrich dintr-un drum de recunoaștere făcut cu bicicleta până la Reutlingen. Ne-am strâns apoi pentru un scurt rămas-bun în adăpostul antiaerian, iar către ora trei noaptea am pornit spre Urfeld. Când am ajuns, în zorii zilei următoare, la Gammertingen, depășisem probabil deja linia frontului. Trebuia însă din când în când să mă feresc de avioanele care zburau la joasă altitudine. În următoarele două zile am călătorit mai mult noaptea, tocmai datorită acestui pericol, în timp ce pe lumină încercam să mă odihnesc și să găsesc mâncare pentru a mă întrema. Îmi amintesc de un deal lângă Krugzell unde, pe o vreme minunată cu soare cald, după ce mâncasem, voiam să mă întind și să dorm la adăpostul unui tufiș. Sub cerul fără nici un nor se întindeau în fața ochilor mei toată creasta Alpilor, Hochvogel, Mädelegabel și toți munții pe care cu șapte ani în urmă urcasem ca vânător de munte, iar puțin mai jos înfloreau cireșii. Primăvara începuse cu adevărat, iar gândurile mele îndreptate spre un viitor luminos se estompau repede, până când, în cele din urmă, am adormit.

Câteva ore mai târziu am fost trezit de un duduit asemănător tunetului și am văzut ridicându-se nori deși de fum dinspre orășelul Memmingen, pe care îl recunoșteam în depărtare. O ploaie de bombe fusese aruncată deasupra cartierului cu cazărmi. Așadar, mai era război, iar eu trebuia să merg mai departe spre est. A treia zi am ajuns la Urfeld și mi-am găsit familia nevătămată. Săptămâna următoare am făcut pregătirile pentru sfârșitul războiului. Geamurile de la pivniță au fost întărite cu saci de nisip, toate alimentele de care făcusem rost într-un fel sau altul trebuiau duse înăuntru. Casele din vecini s-au golit pentru că locuitorii lor fugiseră pe celălalt țărm al lacului.

În păduri se aflau soldați și unități SS rătăcite și mai ales mari cantități de muniție aruncată, motiv de îngrijorare pentru copii. În timpul zilei trebuia să ne ferim de tot felul de primejdii, fiindcă se mai trăgea din când în când, iar nopțile erau, în acest tărâm al nimănui, pline de o tensiune înspăimântătoare. Când, pe data de 4 mai, colonelul american Pash a intrat în casa noastră împreună cu câțiva soldați pentru a mă lua prizonier, eram ca un înotător epuizat de moarte care simte pentru prima dată din nou pământul ferm sub picioare.

În noaptea dinainte mai ninsese puțin, dar în ziua plecării mele soarele de primăvară strălucea pe un cer albastru închis și scălda peisajul înzăpezit într-o lumină albă strălucitoare. L-am întrebat pe unul dintre paznicii mei americani, care luptase în multe părți ale lumii, dacă îi place lacul nostru dintre munți și mi-a răspuns că e cel mai frumos colț de lume pe care l-a văzut vreodată.

16

DESPRE RESPONSABILITATEA CERCETĂTORULUI (1945–1950)

Am ajuns ca prizonier, după câteva opriri mai scurte la Heidelberg, Paris și în Belgia, la conacul Farm Hall, unde am stat mai multă vreme împreună cu câțiva prieteni vechi și unii colaboratori mai tineri din „grupul uraniului". Printre ei se aflau Otto Hahn, Max von Laue, Walter Gerlach, Carl Friedrich von Weizsäcker, Karl Wirtz. Domeniul Farm Hall se află în Anglia, la marginea satului Godmanchester, la circa 25 de mile depărtare de vechea Universitate Cambridge. Cunoșteam împrejurimile din vizitele mele de demult la laboratorul Cavendish. Aici, în cercul celor zece fizicieni atomiști prizonieri, Otto Hahn se bucura în mod firesc de încrederea fiecăruia dintre membrii micului nostru grup, prin forța de atracție ce se degaja din personalitatea sa și prin comportamentul lui calm și ponderat în situații grele. El era așadar cel care negocia cu cei ce ne păzeau, ori de câte ori era necesar. Și de fapt nu apăreau decât rareori greutăți, pentru că ofițerii care răspundeau de noi își făceau datoria cu neobișnuit de mult tact și omenie, astfel că după scurt timp între ei și noi se instală o relație de adevărată încredere. Fusesem doar puțin interogați în privința muncii noastre în problema energiei atomice și simțeam o anumită contradicție între interesul minor manifestat pentru munca noastră și extrema grijă cu care eram păziți și feriți de orice contact cu lumea exterioară. La întrebarea mea dacă în timpul războiului în America și Anglia nu se lucrase de asemenea la problema uraniului, am primit mereu de

la fizicienii americani care ne interogau doar răspunsul că acolo lucrurile se petrecuseră altfel decât la noi, că fizicienii au fost însărcinați cu proiecte legate nemijlocit de desfășurarea războiului. Acest lucru suna plauzibil, pentru că în tot timpul războiului nu apăruseră nici un fel de lucrări americane privitoare la fisiunea nucleară.

În după-amiaza zilei de 6 august 1945, Karl Wirtz a venit brusc la mine să-mi spună că tocmai auzise la radio că a fost aruncată o bombă atomică asupra orașului japonez Hiroshima. În primul moment nici nu am vrut să cred, fiindcă eram sigur că pentru construcția bombelor atomice erau necesare cheltuieli tehnice uriașe, care ar fi însumat fără îndoială miliarde de dolari. Chiar și psihologic mi se părea neplauzibil ca fizicienii atomiști din America, pe care îi cunoșteam atât de bine, să-și fi investit toate forțele într-un asemenea proiect și de aceea eram mai degrabă înclinat să-i cred pe fizicienii americani care ne interogau decât pe un crainic de la radio, care poate nu voia decât să răspândească vreun fel de propagandă. În plus, mi se spusese că termenul „uraniu" nu fusese menționat în acea știre. Aceasta părea să arate că prin cuvântul „bombă atomică" se avusese de fapt în vedere altceva. De-abia seara, când crainicul de la radio a vorbit despre uriașa investiție tehnică făcută, a trebuit să accept faptul că progresele fizicii atomice, la care participasem timp de 25 de ani, duseseră acum la moartea a mai mult de o sută de mii de oameni.

Cel mai afectat era Otto Hahn, bineînțeles. Fisiunea uraniului era descoperirea sa științifică cea mai importantă, ea reprezentase pasul decisiv, neprevăzut de nimeni, către tehnica atomică. Iar acest pas adusese unui întreg oraș și locuitorilor săi, oameni neînarmați, dintre care cei mai mulți nevinovați, o moarte înspăimântătoare. Hahn s-a retras adânc tulburat și impresionat în camera lui, iar noi eram îngrijorați că ar putea să-și facă vreun rău. Sub presiunea evenimentelor, noi ceilalți am spus fără îndoială în acea seară și vorbe necugetate. Abia a doua zi am

reușit să ne ordonăm gândurile și să discutăm în liniște despre cele întâmplate.

În spatele conacului Farm Hall, o clădire veche din cărămidă roșie, se întindea o suprafață de gazon care nu mai era bine întreținută și unde obișnuiam să jucăm fotbal. Între această suprafață de gazon și zidul acoperit de iederă care despărțea domeniul unde stăteam noi de grădina vecină se mai afla un strat lung de trandafiri, de care se îngrijea în mod special Gerlach. Poteca din jurul stratului de trandafiri juca pentru noi, prizonierii, un rol asemănător cu cel pe care îl avea drumul crucii în mânăstirile medievale. Era locul nimerit pentru discuții serioase în doi. În dimineața zilei de după înspăimântătoarea veste, Carl Friedrich și cu mine ne-am plimbat acolo în sus și-n jos mult timp, reflectând și discutând. Discuția a pornit de la grija pe care i-o purtam lui Otto Hahn, iar Carl Friedrich e posibil să fi început cu o întrebare dificilă.

„Se poate înțelege că Otto Hahn este disperat fiindcă descoperirea lui științifică cea mai mare e acum pătată de această catastrofă. Dar are el oare motive să se simtă vinovat într-un fel anume? Are mai multe motive decât oricare dintre noi ceilalți, care am conlucrat la fizica atomică? Suntem oare și noi vinovați de această tragedie, și în ce constă această vină?"

Am încercat să răspund: „Nu cred că are sens aici să folosim cuvântul «vină», chiar dacă suntem într-un fel oarecare prinși în acest lanț cauzal. Otto Hahn și noi toți am luat parte la dezvoltarea științelor moderne ale naturii. Această dezvoltare este un proces pentru care omenirea — sau cel puțin Europa — s-a decis acum câteva secole, ori, dacă vrem să formulăm mai precaut, un proces pe care l-a acceptat. Știm din experiență că acest proces poate duce spre bine sau spre rău. Dar eram convinși — iar acest lucru ține în special de credința în progres a secolului al XIX-lea — că, odată cu sporirea cunoașterii, binele va domina și că posibilele consecințe rele vor putea fi ținute sub control. Înainte de descoperirea lui Hahn,

nici el, nici vreun altul dintre noi, nu s-a putut gândi în mod serios la posibilitatea de a construi bombe atomice, întrucât fizica de până atunci nu indicase nici un drum în direcția aceea. Participarea la acest proces de dezvoltare a științei nu poate fi considerată o vină."

Carl Friedrich continuă: „Se vor găsi acum spirite radicale care vor cere să ne îndepărtăm în viitor de acest drum al procesului dezvoltării științifice, pentru că poate duce la asemenea catastrofe. Ar exista lucruri mult mai importante de făcut, de natură socială, economică și politică. Iar în privința asta s-ar putea chiar să aibă dreptate. Dar cine gândește astfel uită că viața oamenilor în lumea de astăzi se bazează în mare parte pe această dezvoltare a științei. Dacă ne-am îndepărta rapid de lărgirea permanentă a cunoașterii, atunci numărul oamenilor de pe pământ ar trebui redus drastic în scurt timp. Acest lucru însă nu se poate întâmpla decât în urma unor catastrofe asemănătoare bombei atomice sau chiar mai rele.

La aceasta se adaugă faptul cunoscut că știința reprezintă și putere. Atâta timp cât pe pământ se vor duce lupte pentru putere — și deocamdată nu se întrevede un sfârșit al acestor lupte — trebuie așadar luptat și pentru cunoaștere. Poate că mult mai târziu, dacă ar exista ceva de genul unei conduceri planetare, adică o ordine centrală, sperăm pașnică, a relațiilor pe planeta noastră, s-ar putea ca tendința de extindere a științei să slăbească. Dar nu aceasta e acum problema noastră. Deocamdată, dezvoltarea științei face parte din procesul vieții omenirii, astfel încât individul care participă la ea nu poate fi făcut vinovat. De aceea, datoria tuturor trebuie să fie de a conduce acest proces de dezvoltare spre bine, de a folosi extinderea științei numai spre binele oamenilor, dar nu de a împiedica dezvoltarea în sine. Întrebarea sună deci astfel: ce poate face fiecare în acest sens? Ce obligații apar aici pentru cel care participă activ la cercetarea științifică?"

„Dacă privim dezvoltarea științei în acest mod, ca pe un proces istoric de dimensiune mondială, atunci

întrebarea ta amintește de vechea problemă a rolului individului în istoria lumii. Desigur, și în acest caz trebuie să presupunem că, în fond, indivizii sunt în mare măsură interșanjabili. Dacă Einstein nu ar fi descoperit teoria relativității, atunci ea ar fi fost formulată mai devreme sau mai târziu de alții, poate de Poincaré sau de Lorentz. Dacă Hahn nu ar fi găsit fisiunea uraniului, atunci Fermi sau Joliot ar fi ajuns la acest fenomen câțiva ani mai târziu. Eu nu cred că minimalizăm realizările individuale dacă exprimăm lucrurile în felul acesta. De aceea, nu trebuie trasă la răspundere pentru consecințe persoana individuală care face pasul decisiv mai mult decât toți ceilalți, care și ei l-ar fi putut face. Individul a fost plasat de dezvoltarea istorică în locul decisiv și și-a îndeplinit misiunea ce i s-a dat, nimic mai mult. În felul acesta s-ar putea să aibă ceva mai multă influență asupra folosirii ulterioare a descoperirii lui decât alții. Și în fapt Hahn, de câte ori a fost întrebat, inclusiv în Germania, s-a exprimat numai în sensul aplicării fisiunii uraniului la tehnica atomică pașnică și mereu s-a pronunțat și a avertizat împotriva încercării de folosire militară. Dar asupra dezvoltării care a avut loc în America evident că nu a putut avea nici o influență."

Carl Friedrich își continuă gândul: „În cazuri de felul acesta trebuie să se facă o deosebire fundamentală între descoperitor și inventator. Descoperitorul nu poate în general ști, înainte de descoperire, nimic despre posibilele aplicații, ba chiar și după descoperire drumul către aplicațiile practice poate fi atât de lung, încât predicțiile sunt imposibile. De pildă, nici Galvani, nici Volta nu și-au putut închipui cum va arăta electrotehnica mai târziu. Așadar nu puteau fi răspunzători pentru foloasele sau primejdiile dezvoltării ulterioare. Dar la inventatori lucrurile stau de regulă altfel. Inventatorul — și în acest sens folosesc termenul — urmărește în orice caz un anumit scop practic. El trebuie să fie convins că atingerea acestui scop reprezintă o valoare, iar el va fi cel răspunzător

pentru invenția lui. Pe de altă parte, mai ales în cazul inventatorului, devine limpede că nu acționează ca individ, ci la comanda unei societăți umane mai vaste. De pildă, inventatorul telefonului știa că societatea umană găsea că este de dorit o comunicare mai rapidă. Până și inventatorul armelor de foc acționa la comanda unei puteri războinice, care voia să-și sporească puterea de luptă. Așadar, persoana individuală nu poate fi încărcată decât cu o parte din răspundere. În plus, trebuie spus că, și în acest caz, nici individul, nici societatea umană nu pot cuprinde în totalitate urmările în timp ale invenției. Bunăoară, un chimist care inventează o substanță cu ajutorul căreia mari culturi agricole pot fi ferite de insecte dăunătoare va putea calcula dinainte la fel de puțin ca și proprietarul sau administratorul pământului cultivat astfel ce urmări apar în cele din urmă prin schimbările generate în lumea insectelor din zona respectivă. Tot ce se poate cere unei persoane în aceste cazuri este să-și privească scopul în toate conexiunile lui și să nu pericliteze comunități largi de oameni, din lipsă de scrupule, de dragul intereselor unui mic grup oarecare. Ceea ce trebuie așadar cerut este în fond doar luarea în considerare atentă și serioasă a marilor conexiuni în care se desfășoară progresul tehnico-științific. Aceste conexiuni trebuie avute în vedere și acolo unde nu se suprapun interesele personale."

„Dacă faci astfel distincția între descoperire și invenție, unde plasezi atunci acest nou și îngrozitor rezultat al progresului tehnic care e bomba atomică?"

„Experimentul lui Hahn cu fisiunea nucleului a fost o descoperire, construirea bombei, o invenție. Pentru fizicienii atomiști din America, cei care au construit bomba, va fi așadar valabil ce am spus adineauri despre inventatori. Ei nu au acționat ca indivizi izolați, ci la comanda expresă și clar stabilită de la început a unei comunități omenești războinice, care trebuia să-și dorească o întărire extremă a puterii ei de luptă. Ai spus mai demult că nici nu-ți poți închipui, fie și doar din motive psihologice, că fizicienii

atomiști americani se pot strădui din răsputeri să construiască bombe atomice. Nici ieri nu ai vrut la început să crezi în realitatea bombei atomice. Cum îți explici acum ce s-a întâmplat în America?"

„Probabil că fizicienii de acolo s-au temut cu adevărat la începutul războiului că în Germania s-ar putea încerca construirea de bombe atomice. Acest lucru e de înțeles, pentru că fisiunea uraniului a fost descoperită de Hahn, în Germania, iar fizica atomică era la noi la un nivel înalt înainte ca mulți fizicieni valoroși să fie obligați, din cauza lui Hitler, să emigreze. S-a estimat așadar că pericolul ca Hitler să câștige războiul datorită bombei atomice era atât de mare, încât pentru a evita această catastrofă a fost considerat îndreptățit și mijlocul construirii unei bombe atomice proprii. Nu știu dacă se poate cu adevărat argumenta împotriva acestui raționament, mai ales dacă ne gândim ce s-a întâmplat în lagărele de concentrare național-socialiste. După terminarea războiului cu Germania, probabil că mulți fizicieni din America au fost împotriva folosirii acestei arme, dar la acel moment nu mai aveau o influență importantă asupra deciziilor. Nici pentru asta nu îi putem critica. Nici noi nu am putut împiedica lucrurile îngrozitoare pe care le-a comis conducerea noastră. Faptul că nu le cunoșteam dimensiunile nu este o scuză, fiindcă am fi putut desigur să ne străduim mai mult pentru a le afla.

Partea groaznică a acestui întreg raționament este că trebuie să recunoaștem cât de înspăimântător de constrângător este. Se poate înțelege că în istoria lumii s-a aplicat mereu principiul: pentru cauza cea bună este permis să se lupte cu toate mijloacele, pentru cauza cea rea, nu. Sau, într-o formă și mai periculoasă: scopul scuză mijloacele. Dar cum s-ar fi putut formula o obiecție la acest raționament?"

Carl Friedrich răspunse: „Am spus adineauri că se poate cere inventatorului să-și privească scopul urmărit în marea conexiune a progresului tehnic pe pământ. Să

vedem ce rezultă dacă urmărim acest gând. După asemenea catastrofe, în primul moment se fac socoteli cam grosolane. Se spune de pildă că prin folosirea bombei atomice războiul s-a terminat mai repede. Poate că numărul victimelor ar fi fost în total mai mare dacă războiul ar fi fost lăsat să se încheie încet, fără aceste arme. Cred că ieri-seară ai pomenit și tu acest argument. Asemenea socoteli sunt însă insuficiente, fiindcă urmările politice târzii ale catastrofei nu sunt cunoscute. Este posibil ca frustrarea care s-a născut să aducă mai târziu alte războaie care vor cere și mai multe sacrificii? Vor apărea schimbări în structurile de putere datorate acestor arme, schimbări care la rândul lor vor trebui din nou revizuite cu prețul unor mari sacrificii atunci când toate marile puteri vor dispune de aceste arme? Nimeni nu poate calcula dinainte asemenea urmări și de aceea eu nu pot fi de acord cu acest tip de argumente. Aș dori mai degrabă să pornim de la cealaltă afirmație, despre care am mai vorbit cu alte ocazii: mai întâi alegerea mijloacelor hotărăște dacă o cauză e bună sau rea. Afirmația nu ar putea fi valabilă și în acest caz?"

Am încercat să dezvolt acest gând mai în detaliu: „Progresul științifico-tehnic va face fără îndoială ca entitățile politice independente de pe planeta noastră să devină din ce în ce mai mari, numărul lor să scadă din ce în ce mai mult, iar în cele din urmă se va tinde către o ordine centralizată a relațiilor despre care nu putem decât spera că va lăsa încă loc suficient pentru libertatea individului și a fiecărui popor în parte. O dezvoltare în această direcție mi se pare inevitabilă și întrebarea care rămâne este de fapt numai dacă pe drumul până la starea ordonată finală trebuie să mai aibă loc multe catastrofe. Putem deci porni de la premisa că puținele mari puteri care mai rămân după acest război vor încerca să-și extindă cât de mult posibil sfera de influență. Acest lucru nu se poate de fapt întâmpla decât prin coaliții, care se formează prin interese comune, structuri sociale înrudite, viziuni comune asupra lumii sau chiar și prin presiuni economice și

politice. Acolo unde, în afara zonei de influență nemijlocită a unei mari puteri, grupări mai slabe vor fi amenințate sau oprimate de grupări mai puternice, va fi evident că marea putere îi va sprijini pe cei mai slabi, pentru a modifica echilibrul în favoarea celor mai slabi, iar astfel, în cele din urmă, pentru a dobândi mai multă influență. În acest fel trebuie desigur interpretată și intervenția Americii în cele două războaie mondiale. Aș presupune așadar că aceasta e direcția evoluției ce va urma și nu văd nici un motiv pentru care ar trebui să mă opun acestei evoluții. Este evident că marile puteri care vor duce o asemenea politică expansionistă vor fi acuzate de imperialism. Dar mai ales în acest punct mi se pare decisivă alegerea mijloacelor. Unei mari puteri care își face simțită influența doar cu mare grijă, folosind de regulă numai mijloace economice și de politică culturală, și care evită cât mai mult posibil intervenția cu forța brută în viața interioară a popoarelor respective, i se va putea aduce în mult mai mică măsură acest reproș de imperialism decât unei puteri care folosește forța. Structurile de ordine din zona de influență a unei mari puteri care nu folosește decât mijloace acceptabile vor fi recunoscute ca model pentru structurile din viitoarea ordine globală a lumii.

Ei bine, tocmai Statele Unite ale Americii au fost privite de mulți drept un loc al libertății, un loc unde individul se poate dezvolta liber cel mai ușor. Faptul că în America fiecare opinie poate fi exprimată liber, că inițiativa individuală este de multe ori mai importantă decât structurile statului, că se ține seama de fiecare individ, că, de pildă, prizonierii de război sunt tratați mai bine decât în alte țări, toate acestea și altele au trezit în mulți speranța că structura internă a Americii ar putea fi ceva de genul unui model pentru viitoarea structură internă a lumii. La această speranță ar fi trebuit să se gândească cei care au hotărât să arunce asupra Japoniei o bombă atomică. Mă tem că această speranță a primit o mare lovitură în urma

folosirii bombei atomice. Alte mari puteri, aflate în concurență cu ea, îi vor reproșa acum Americii imperialismul cu toată vigoarea, iar aruncarea bombei atomice va spori puterea lor de convingere. Tocmai fiindcă bomba atomică nu mai era în mod evident necesară pentru câștigarea războiului, folosirea ei va fi înțeleasă ca o simplă demonstrație de forță și este dificil de văzut cum, din această situație, poate fi găsit un drum spre o ordine liberă și democratică a lumii."

Carl Friedrich repetă: „Prin urmare susții că posibilitatea tehnică a bombei atomice ar fi trebuit pusă în contextul marii conexiuni, ca parte a dezvoltării globale științifico-tehnice, care în cele din urmă va duce inevitabil la o ordine globală pe pământ. Atunci s-ar fi înțeles că folosirea bombei într-un moment în care victoria în război era de fapt deja decisă reprezintă o revenire la epoca luptelor pentru putere între statele naționale, ducând la îndepărtarea de scopul unei ordini globale liberal-democratice a lumii, fiindcă slăbește tocmai încrederea în cauza bună a Americii și face misiunea Americii necredibilă. Existența în sine a bombei atomice nu este în acest caz o nenorocire, pentru că va concentra independența politică deplină numai în rândul acelor mari puteri cu o forță economică uriașă. Statele mai mici nu vor mai putea avea decât o independență limitată. Dar această renunțare nu trebuie să însemne o limitare a libertății individuale și poate fi acceptată ca preț pentru o îmbunătățire generală a condițiilor de viață.

Dar când vorbim astfel ne îndepărtăm mereu de întrebarea noastră propriu-zisă. Voiam doar să știm cum trebuie să se comporte o persoană prinsă în tumultul unei omeniri marcate de idei contradictorii, supuse pasiunilor și obsesiilor ei, și totuși interesată de progresul tehnic. Despre această problemă nu am aflat încă prea multe."

„Oricum, am înțeles că pentru o persoană confruntată cu o problemă importantă legată de progresul științific sau tehnic nu e suficient să se gândească numai la această

problemă", am încercat eu să replic. „Ea trebuie să vadă rezolvarea acelei probleme ca parte a unei mari dezvoltări, cu care în mod evident este de acord, din moment ce lucrează la asemenea probleme. Această persoană va ajunge mai ușor la deciziile bune dacă se va gândi și la conexiunile generale."

„Aceasta ar însemna probabil că trebuie să facă eforturi pentru a stabili legături cu viața publică, pentru a căpăta influență asupra administrației statului, dacă vrea nu numai să gândească, ci să și înfăptuiască binele. Dar poate că asemenea legături sunt chiar bine-venite. Aceasta e în acord cu dezvoltarea generală pe care am încercat să ne-o închipuim înainte. În măsura în care progresul științific și tehnic devine important pentru toată lumea, s-ar putea să sporească și influența purtătorilor acestui progres asupra vieții publice. Evident, nu putem presupune că fizicienii și tehnicienii ar lua decizii politice mai bune decât politicienii, dar ei au învățat mai bine, în cursul activității lor științifice, să gândească obiectiv, factual și — ceea ce este cel mai important — în conexiuni mari. Ar putea aduce astfel în munca politicienilor un element constructiv de precizie logică, de privire largă și de incoruptibilitate factuală, care ar fi foarte folositor în această muncă. Dacă însă gândim astfel, nu putem să nu reproșăm fizicienilor atomiști că nu s-au străduit îndeajuns să obțină influență politică și că au lăsat din mână prea devreme decizia de folosire a bombei atomice. Fiindcă nu mă pot îndoi că ei au înțeles imediat care sunt consecințele negative ale lansării bombei atomice."

„Nu știu dacă avem voie să pronunțăm în acest caz cuvântul «reproș». Probabil că în această privință noi am avut pur și simplu mai mult noroc decât prietenii noștri de dincolo de ocean."

Prizonieratul nostru s-a încheiat în ianuarie 1946 și ne-am întors cu toții în Germania. Cu aceasta a început reconstrucția spre care ne îndreptaserăm noi o mare parte din gânduri încă din 1933 și care se va dovedi totuși mai

dificilă decât ne apăruse nouă în speranțele și dorințele noastre. Întâi de toate era vorba despre micul cerc din institutul meu științific. Societatea Kaiser-Wilhelm nu putea fi refăcută în vechea formă la Berlin, pe de o parte fiindcă viitorul politic al orașului Berlin era incert, pe de alta fiindcă numele ei, amintind de împărat ca simbol național, nu era acceptat de armatele de ocupație. Armata de ocupație britanică ne-a permis să începem reorganizarea institutelor științifice la Göttingen, în clădirile fostei instituții de cercetări aerodinamice. Așadar ne-am mutat la Göttingen, unde cu două decenii în urmă îl cunoscusem pe Niels Bohr, iar apoi studiasem cu Born și Courant. Și Max Planck, între timp în vârstă de aproape 90 de ani, fusese salvat la Göttingen spre sfârșitul războiului și se străduia împreună cu noi să creeze o organizație nouă, care să supervizeze institute de cercetare vechi și noi, ca o continuare a Societății Kaiser-Wilhelm. Am avut norocul să pot închiria, împreună cu familia mea, o casă în imediata vecinătate a locuinței lui Planck, astfel că deseori stăteam de vorbă cu el în fața gardului grădinii casei noastre și venea din când în când la noi seara, la muzică de cameră.

În acei ani s-au făcut desigur mari eforturi pentru asigurarea condițiilor elementare de viață sau, la institut, pentru obținerea celor mai simple aparate. Dar a fost o epocă fericită. Nu se mai spunea, ca în anteriorii doisprezece ani, că cutare sau cutare lucru mai este încă posibil, ci că este din nou posibil, iar aproape lună de lună se puteau simți progresele, atât în munca științifică, cât și în viața particulară, progrese obținute printr-o colaborare plină de încredere și bucurie. Sprijinul pe diverse planuri obținut de la reprezentanții armatelor de ocupație a dus nu numai la ușurarea activității noastre din punct de vedere material; el ne-a dat posibilitatea să simțim că facem parte dintr-o comunitate mai mare care dorea, cu bună-credință, să construiască o lume nouă, o lume

călăuzită de planuri raționale pentru viitor și nu de tristețea unui trecut distrus.

Această trecere de la structurile de gândire ale trecutului spre cele ale unui viitor sperat mi-a apărut limpede în timpul a două discuții al căror conținut va fi redat aici pe scurt. Una dintre ele a avut loc la prima mea întâlnire de după război cu Niels la Copenhaga. Motivul exterior era destul de absurd și va fi relatat aici numai pentru a zugrăvi atmosfera vieții la Göttingen în acele luni ale verii anului 1947. Serviciile secrete britanice primiseră de la o sursă necunoscută de noi informația că asupra mea și asupra lui Otto Hahn ar fi fost plănuit un atentat din partea rușilor. Urma să fim răpiți de niște agenți și transportați cu forța în zona de ocupație rusă, care se afla la numai câțiva kilometri. Când serviciile engleze au avut suficiente motive să presupună că agenții străini sosiseră deja în Göttingen, Hahn și cu mine am fost evacuați în viteză din Göttingen, mai întâi la Herford, în apropierea centrului administrației zonei de ocupație britanice. Acolo am aflat că zilele de așteptare urmau să fie cuplate pentru mine cu o vizită la Copenhaga, la Niels Bohr. Ronald Frase, care în calitatea sa de ofițer englez se ocupa de noi la Göttingen în modul cel mai prietenos, voia să discute cu Bohr și cu mine încă o dată despre vizita mea la Copenhaga din octombrie 1941. Am zburat cu un avion militar britanic de la Bückenburg la Copenhaga, iar de la aeroport o mașină ne-a adus la casa lui Bohr de la Tisvilde. Acolo am stat din nou în fața aceluiași șemineu unde filozofaserăm de atâtea ori despre teoria cuantică și ne-am plimbat pe aceleași poteci înguste de nisip prin pădure de-a lungul cărora alergaserăm cu 20 de ani în urmă cu copiii lui Bohr de mână spre țărm. Dar, când am încercat să reconstituim discuția din toamna anului 1941, am observat că amintirile păreau să ne fi îndepărtat mult unul de altul. Eu eram convins că începusem discuția despre tema critică cu ocazia plimbării nocturne pe aleea Pile, în timp ce Niels afirma cu certitudine că a avut loc în camera sa

de lucru de la Carlsberg. Niels își aducea bine aminte de spaima ce îl cuprinsese atunci, spaimă generată de afirmațiile mele mult prea prudente, dar nu mai știa că vorbisem și despre cheltuiala tehnică enormă și despre întrebarea legată de ce ar trebui să facă fizicienii în această situație. Curând am avut amândoi senzația că era mai bine să nu continuăm să trezim fantomele trecutului.

Tema convorbirii a fost din nou progresul fizicii, ca pe vremea vacanței noastre din Bavaria, în poiana Steile Alm, iar gândurile noastre s-au îndreptat dinspre trecut către viitor. Niels tocmai primise de la Powell, din Anglia, niște imagini fotografice cu urmele traiectoriilor unor particule elementare, pe care le considera particule de un tip nou, încă necunoscut. Era vorba despre descoperirea așa-numiților mezoni π, care de atunci încoace au jucat un rol important în fizica particulelor elementare. Așadar am început să vorbim de relațiile ce ar putea exista între aceste particule și forțele din nucleele atomice. Și întrucât timpul de viață al noilor particule părea a fi mai scurt decât al tuturor particulelor elementare cunoscute până atunci, am pus problema posibilității existenței a numeroase alte tipuri de asemenea particule, care se sustrăseseră observației până în acel moment numai pentru că au un timp de viață și mai scurt. Astfel, vedeam în fața noastră un domeniu întreg de cercetare interesantă căreia să ne dedicăm cu forțe proaspete, împreună cu cercetătorii tineri, pentru mulți ani de atunci încolo. Doream să atac astfel de probleme și în institutul meu nou înființat de la Göttingen.

Când m-am întors la Göttingen am aflat de la Elisabeth că acolo avusese loc într-adevăr ceva de genul unui atac împotriva mea. Doi muncitori portuari de la Hamburg fuseseră arestați într-o noapte în fața casei mele și mărturisiseră că le fusese promisă o mare sumă de bani dacă reușeau să mă ducă la o mașină parcată în apropiere. Toată această aventură mi s-a părut prea prost pregătită pentru a fi credibilă și abia o jumătate de an mai târziu Serviciile engleze au dezlegat misterul. Un bărbat destul

de ciudat, împovărat de trecutul său național-socialist, din care cauză nu putea găsi de lucru, pusese la cale toată povestea pentru a obține astfel de lucru la Serviciile secrete britanice. El îi tocmise pe cei doi muncitori portuari, dar în același timp tot el raportase prezența acestora Serviciului secret britanic. La început planul lui a avut succes. Dar asemenea succese sunt de obicei de scurtă durată, iar mai târziu am avut deseori ocazia să râdem de toată această aventură.

A doua discuție care mi-a arătat necesitatea de a privi spre viitor și nu spre trecut se referea deja la reconstrucția marilor institute de cercetare în republica federală care se năștea. După moartea lui Planck, Otto Hahn a avut o contribuție decisivă la eforturile de a construi o organizație care să fie succesoarea Societății Kaiser-Wilhelm. Această organizație a fost înființată la Göttingen sub numele de Societatea Max Planck, iar Otto Hahn a devenit primul ei președinte. Eu însumi mă străduiam pe vremea aceea împreună cu fiziologul Rein de la Universitatea Göttingen să înființăm un consiliu al cercetării în noua republică federală, consiliu care să mențină o legătură strânsă între administrația federală și cercetarea științifică. Era ușor de văzut că tehnica rezultată din cercetarea științifică avea să joace un rol deosebit de important nu numai în reconstrucția materială a orașelor și a industriei, ci dincolo de asta, în întreaga structură socială a țării noastre și a Europei. Exact ca în discuția cu Butenandt pe vremea atacului aerian de la Berlin, mi se părea primordial nu atât să obțin un sprijin cât mai mare pentru cercetarea științifică din partea administrației și a opiniei publice, dar și să contribui la pătrunderea modului de a gândi științific, în special al celui din științele naturii, în activitatea conducerii politice. Credeam că celor care preluau la noi răspunderea pentru funcționarea treburilor statului trebuia să li se aducă mereu la cunoștință că în politică nu e vorba numai de păstrarea echilibrului între interese divergente, ci că de multe ori există necesități condiționate

obiectiv, fundamentate în structura lumii moderne, iar a te refugia irațional într-un mod de a gândi dominat de sentimente poate conduce numai la catastrofe.

Doream așadar ca știința să capete un drept la inițiativă în problemele privind viața publică. La Adenauer, cu care în acele vremuri am avut multe discuții, am găsit încredere și sprijin pentru acest plan. În același timp însă, existau curente care doreau să refacă Societatea de Salvare a Științei Germane apărută în anii '20, în starea de criză de după Primul Război Mondial, condusă de Schmidt-Ott, și care atunci făcuse servicii neprețuite științei din Germania. Eforturile în această direcție, sprijinite mai ales de reprezentanții universităților și ai administrațiilor landurilor, mă îngrijorau fiindcă mi se părea că simt în ele un puternic element de restaurație. Ideea de a dori un sprijin substanțial pentru cercetarea științifică de la opinia publică și în același timp de a pleda pentru o separare cât mai mare a celor două domenii nu mi se mai părea adecvată epocii noastre.

În cadrul dezbaterilor iscate de această dilemă am avut la Göttingen o discuție detaliată cu juristul Raiser, care avea să fie mai târziu, timp de mulți ani, președintele consiliului științific. I-am explicat lui Raiser temerile mele că societatea pentru care pleda el, concepută după modelul anilor '20, ar permite răspândirea unui mod de a gândi care se retrage într-un turn de fildeș împotriva vicisitudinilor lumii, continuând să urmărească vise dragi. La aceasta Raiser răspunse: „Doar nu vreți să spuneți că putem spera ca noi doi să schimbăm caracterul poporului german." Simțeam limpede că are dreptate și că nu voința unor indivizi izolați, ci doar presiunea dură a evenimentelor exterioare produce schimbările necesare în structura gândirii multor oameni. Și într-adevăr, planurile noastre au eșuat, în ciuda sprijinului acordat de Adenauer. Nu am reușit să-i conving pe reprezentanții universităților de noile necesități și a fost creată o societate de cercetare care în punctele ei esențiale continua tradiția vechii

societăți dinainte de război. Abia zece ani mai târziu, necesități exterioare au impus înființarea unui Minister al Cercetării, în care măcar o parte din planuri au putut fi realizate prin organizarea unor foruri de consiliere în cadrul acestui minister. Societatea Max Planck nou înființată s-a putut adapta mai ușor nevoilor lumii moderne. Dar în ceea ce privește universitățile, a trebuit să acceptăm faptul că procesul necesar de înnoire va avea loc poate mai târziu, cu prețul unor lupte dure și al multor confruntări.

17

POZITIVISM, METAFIZICĂ ȘI RELIGIE (1952)

Reconstrucția relațiilor științifice internaționale a dus la o nouă întâlnire a vechilor prieteni din fizica atomică, ținută la Copenhaga. La începutul verii lui 1952 a avut loc acolo o conferință în cadrul căreia urma să se discute despre construcția unui mare accelerator de particule în Europa. Aceste planuri mă interesau în cel mai înalt grad, întrucât speram ca, cu ajutorul unui asemenea accelerator, să poată fi obținute rezultate experimentale care să lămurească răspunsul la întrebarea privind ciocnirile la energii înalte a două particule elementare și la eventuala confirmare a ipotezei mele că la o asemenea ciocnire pot fi create multe asemenea particule, precum și la întrebarea privind existența a numeroase tipuri diferite de particule care să se deosebească între ele, aidoma stărilor staționare ale atomilor sau moleculelor, prin proprietățile lor de simetrie, prin masa și prin timpul lor de viață. Așadar, deși conținutul acestei conferințe era pentru mine extrem de important în toate privințele, nu voi pomeni aici despre conferința propriu-zisă, ci despre o discuție pe care am avut-o cu acel prilej cu Niels și Wolfgang, care venise de la Zürich pentru a participa la conferință. Stăteam toți trei în mica grădină de iarnă de lângă casa lui Bohr și vorbeam despre vechea temă — dacă teoria cuantică era de fapt înțeleasă complet și dacă interpretarea pe care i-o dăduserăm noi aici, acum 25 de ani, devenise între timp un mod de a gândi recunoscut în fizică. Niels povesti:

„Acum câtăva vreme a avut loc aici la Copenhaga o conferință de filozofie la care au venit mai ales adepți ai curentului pozitivist. Un rol important l-au avut reprezentanții Școlii de la Viena. Am încercat să vorbesc în fața acestor filozofi despre interpretarea teoriei cuantice. După prelegerea mea nu s-a manifestat nici un fel de opoziție și nici nu s-au pus întrebări dificile, dar trebuie să recunosc că tocmai asta a fost îngrozitor pentru mine. Fiindcă acela care nu este de la început șocat de teoria cuantică este imposibil s-o fi înțeles. Probabil că am vorbit atât de prost, încât nimeni nu a înțeles ce voiam să spun."

Wolfgang își spuse părerea: „Poate că asta nu ține neapărat de calitatea proastă a prelegerii. Din jurământul de credință al pozitiviștilor face fără îndoială parte și preluarea necritică a faptelor. Din câte știu, la Wittgenstein găsim următoarele afirmații: «Lumea este tot ce e dat»; «Lumea este mulțimea faptelor, nu a obiectelor». Dacă se începe așa, atunci se acceptă fără ezitare și o teorie care tocmai asta face, reprezintă faptele. Pozitiviștii au învățat că mecanica cuantică descrie corect fenomenele atomice, așa că nu au nici un motiv să se apere împotriva ei. Ce mai avem noi de spus în general despre toate astea, despre complementaritate, interferența probabilităților, relații de nedeterminare, ruptură între subiect și obiect ș.a.m.d. reprezintă pentru pozitiviști o operă lirică secundară, neclară, un salt înapoi la modul de gândire preștiințific, o trăncăneală. Ceva ce nu trebuie luat în serios, și în cel mai bun caz este benign. Poate că un asemenea mod de a privi lucrurile este din punct de vedere logic coerent. Dar atunci nu mai știu ce înseamnă să înțelegi natura."

Am încercat să completez: „Pozitiviștii ar spune probabil că a înțelege este același lucru cu a putea face predicții prin calcul. Dacă nu se pot calcula dinainte decât anumite evenimente particulare, atunci s-a înțeles numai un fragment mic din întreg, iar dacă se pot calcula dinainte multe evenimente diferite, atunci au fost înțelese mai multe domenii. Există o gradație continuă între

a-înțelege-foarte-puțin și a-înțelege-aproape-tot, dar nu există o diferență calitativă între a putea face predicții prin calcul și a înțelege."

„Găsești că există o asemenea diferență?"

„Da, de asta sunt convins", am replicat eu, „și cred că am mai vorbit despre asta acum 30 de ani, cu ocazia unei plimbări cu bicicletele la Walchensee. Am să încerc să lămuresc ce cred cu ajutorul unei comparații. Dacă vedem un avion pe cer, atunci putem calcula dinainte, cu un oarecare grad de precizie, unde se va afla după o secundă. Mai întâi vom prelungi pur și simplu traiectoria cu o linie dreaptă sau, dacă vedem că avionul s-a angajat într-o curbă, vom lua în calcul și curbura. Astfel vom obține în cele mai multe cazuri un rezultat bun. Dar de înțeles, nu am înțeles încă traiectoria. Doar dacă am vorbit dinainte cu pilotul și am aflat de la el traseul pe care îl va urma, abia atunci am înțeles cu adevărat traiectoria."

Niels nu era decât pe jumătate mulțumit. „Va fi poate dificil să transpui o asemenea imagine în fizică. Pentru mine, lucrurile stau așa: mă pot înțelege cu pozitiviștii în ceea ce vor, dar nu mă pot înțelege cu ei în ceea ce nu vor. Dați-mi voie să mă explic ceva mai exact. Întreagă această perspectivă, pe care o cunoaștem atât de bine în mod special din Anglia și din America, și căreia pozitiviștii i-au dat forma unui sistem, se bazează pe atitudinea de la începutul științelor moderne. Până atunci se dădea atenție numai marilor conexiuni ale lumii, care în cele din urmă erau prezentate prin apelul la vechile autorități, mai ales la Aristotel și la teologie, dar de experiențele individuale nu prea se ocupa nimeni. Urmarea a fost că s-au răspândit tot felul de superstiții, care începeșau imaginea de detaliu și nu se făceau progrese nici în privința marilor întrebări, pentru că vechilor autorități nu li se putea oferi material nou pentru cunoaștere. De-abia în secolul al XVII-lea s-a produs desprinderea de vechile autorități și s-a luat în considerare studiul experimental al detaliilor.

Se povestește că societățile științifice, cum ar fi de pildă Royal Society, se ocupau la început cu lupta împotriva

superstițiilor, care consta în infirmarea experimentală a celor scrise în cine știe ce cărți de magie. Astfel, se pretindea de pildă că o rădașcă așezată la miezul nopții pe o masă în mijlocul unui cerc trasat cu creta nu poate părăsi acel cerc dacă rostești anumite formule magice. Așadar, s-a desenat un cerc cu creta pe o masă, s-a pus pe masă în mijlocul cercului rădașca, respectând întocmai prescripțiile magice, iar apoi s-a observat cum a fugit voioasă în afara cercului de cretă. La unele academii, membrii lor s-au obligat să nu vorbească niciodată despre marile conexiuni, ci să se ocupe numai de fapte izolate. De aceea, raționamente teoretice asupra naturii nu erau valabile decât pentru grupuri izolate de evenimente, niciodată pentru conexiunea întregului. O formulă teoretică era privită mai degrabă ca o rețetă pentru anumite aplicații — așa cum se găsesc astăzi în cărțile de buzunar pentru ingineri formule utile pentru rezistența la îndoire a barelor. De asemenea, celebra afirmație a lui Newton că se simte ca un copil care se joacă pe malul mării și se bucură dacă găsește din când în când o piatră mai netedă sau o scoică mai frumoasă, în timp ce marele ocean al adevărului se întinde necunoscut în fața lui, exprimă atitudinea de la începuturile științelor moderne ale naturii. Desigur, Newton a făcut mult mai mult: el a putut formula matematic legitățile ce stau la baza unui vast domeniu de evenimente naturale. Dar despre acest lucru nu se vorbea pe atunci.

În această luptă împotriva vechilor autorități și a superstițiilor în domeniul științelor naturii uneori s-a întrecut măsura. De pildă, existau relatări vechi care stăteau mărturie pentru căderea din cer a unor pietre, păstrate în unele mânăstiri și biserici ca relicve. Asemenea relatări au fost respinse în secolul al XVIII-lea ca fiind superstiții, iar mânăstirile au fost obligate să arunce acele pietre lipsite de valoare. Academia franceză a luat odată hotărârea să nu mai primească rapoarte despre pietre care ar fi căzut din cer. Nici măcar faptul că în anumite limbi vechi fierul

era definit ca materia care cădea uneori din cer nu a putut convinge Academia să-și retragă hotărârea. Abia cu ocazia unei ploi de meteoriți în apropiere de Paris, când au fost găsite mii de mici pietre feroase, Academia a fost silită să renunțe la împotrivirea ei. Am vrut să povestesc toate acestea pentru a caracteriza atitudinea spirituală de la începuturile științelor moderne ale naturii și noi știm foarte bine câte experiențe și ce progrese științifice au fost generate de această atitudine.

Pozitiviștii încearcă acum să pună la baza metodei științelor moderne ale naturii un sistem filozofic și într-un anume sens să-l justifice. Ei arată că conceptele folosite în filozofiile anterioare nu au același grad de precizie precum conceptele din științele naturii, și astfel sunt de părere că întrebările puse și discutate acolo nu ar avea deseori nici un sens, că este vorba de false probleme, de care nu ar trebui să ne ocupăm. Mă pot desigur declara de acord cu cerința de a se tinde către maximă claritate pentru toate conceptele, dar cu interdicția de a reflecta asupra unor probleme mai generale, pe motiv că acolo nu se găsesc concepte clare în acest sens, nu mă pot împăca. Fiindcă, urmând o asemenea interdicție, nu s-ar putea înțelege nici mecanica cuantică."

Wolfgang întrebă: „Când spui că nu s-ar mai putea înțelege nici mecanica cuantică, te referi la faptul că fizica nu este constituită numai din experimente și măsurători, pe de o parte, și un formalism matematic, pe de alta, ci că la linia de demarcație dintre ele ar trebui practicată o filozofie adevărată? Asta înseamnă că acolo, folosind limbajul natural, trebuie încercat să se explice ce se întâmplă cu adevărat în acest joc între experiment și matematică. Eu presupun că toate dificultățile în înțelegerea teoriei cuantice apar exact în acest punct asupra căruia pozitiviștii păstrează tăcerea tocmai pentru că aici nu se poate opera cu concepte atât de precise. Fizicianul experimentator trebuie să poată vorbi despre experiențele lui și pentru asta folosește de facto conceptele fizicii clasice,

despre care știm deja că nu se potrivesc exact cu natura. Aceasta este dilema fundamentală, pe care nu este permis să o ignorăm."

Am intervenit: „Pozitiviștii sunt deosebit de reticenți în privința oricăror întrebări care ar avea, după cum spun ei, un caracter preștiințific. Îmi amintesc de o carte a lui Philipp Frank despre legea cauzală, în care anumite anumite întrebări sau formulări erau respinse de fiecare dată cu reprosul că sunt relicve din vremea metafizicii, dintr-o epocă de gândire preștiințifică sau animistă. Astfel, sunt respinse conceptele biologice de «întreg» sau «entelehie» ca fiind preștiințifice și se încearcă demonstrarea faptului că afirmațiilor care conțin aceste concepte nu le corespund conținuturi verificabile. Cuvântul «metafizică» nu mai este acolo, într-un anumit sens, decât o vorbă de ocară ca un fier roșu cu care sunt însemnate raționamente complet neclare."

Niels interveni: „Cu această limitare a limbajului nu pot fi, evident, nici eu de acord. Cunoști doar poezia lui Schiller *Cuvântul lui Confucius* și știi cât de dragi îmi sunt versurile: «Numai plenitudinea duce la claritate, iar adevărul sălășluiește în hăuri.»[1] Plenitudinea nu este aici numai plenitudinea experienței, ci și plenitudinea conceptelor cu ajutorul cărora vorbim în diferite moduri despre problema noastră și despre fenomene. Numai vorbind despre ciudatele relații dintre legile formale ale teoriei cuantice și fenomenele observate, folosind mereu concepte diferite, luminându-le din toate părțile, fiind conștienți în privința aparentelor contradicții interne, numai astfel poate fi obținută modificarea structurii gândirii, care este premisa pentru înțelegerea mecanicii cuantice.

De pildă, se spune mereu că teoria cuantică e nesatisfăcătoare pentru că nu permite decât o descriere dualistă a naturii, prin noțiunile complementare de «undă» și

[1] *Nur die Fülle führt zur Klarheit, und im Abgrund wohnt die Wahrheit.* (*N. t.*)

«particulă». Cine a înțeles însă cu adevărat mecanica cuantică nici nu s-ar mai gândi să vorbească aici despre dualism. El va percepe teoria drept o descriere unitară a fenomenelor atomice, care poate apărea în moduri diferite numai acolo unde este tradusă în limbajul natural, când este aplicată experimentelor. Teoria cuantică este de aceea un exemplu minunat pentru situația în care un ansamblu de fapte e înțeles cu toată claritatea, și totuși nu putem vorbi despre aceste fapte decât în imagini și parabole. Imaginile și parabolele sunt aici în esență conceptele clasice, deci și «undă», și «corpuscul». Ele nu se potrivesc întocmai cu lumea reală, în plus relația dintre ele este complementară, și de aceea se contrazic. Cu toate acestea, deoarece în descrierea fenomenelor trebuie să rămânem în cadrul limbajului natural, nu ne putem apropia de starea de lucruri reală decât cu ajutorul acestor imagini.

Probabil că și în cazul problemelor generale ale filozofiei, în special ale metafizicii, lucrurile se prezintă în mod asemănător. Suntem siliți să vorbim în imagini și parabole, care nu se potrivesc întocmai cu ceea ce vrem să exprimăm cu adevărat. Uneori nu putem evita nici contradicțiile, și totuși, cu ajutorul acestor imagini, ne putem apropia oarecum de conținutul real. Nu avem voie să respingem conținutul real. «Adevărul sălășluiește în hăuri». Lucrul acesta rămâne așadar la fel de adevărat ca și prima parte a afirmației.

Vorbeai adineaori de Philipp Frank și de cartea lui despre cauzalitate. Și Philipp Frank a participat la acel congres al filozofilor de la Copenhaga și a ținut o prelegere în care problematica metafizicii, așa cum spuneai tu, apărea doar ca vorbă de ocară sau în cel mai bun caz ca exemplu pentru modul de gândire neștiințific. Eu a trebuit să comentez apoi acea prelegere și atunci am spus cam așa:

Mai întâi nu-mi este prea clar de ce prefixul «meta» are voie să fie așezat numai în fața unor concepte precum

«logică» sau «matematică» — Frank vorbise despre metalogică și metamatematică —, și nu în fața conceptului «fizică». Prefixul «meta» are doar scopul de a indica faptul că este vorba de întrebările care apar «dincolo», așadar de întrebările care se referă la fundamentele domeniului respectiv. Și de ce să nu avem voie să căutăm ceea ce, ca să spunem așa, apare dincolo de fizică? Aș vrea să încep însă în cu totul alt fel, ca să pot lămuri poziția mea în această problemă. Aș vrea să întreb: «Ce este un specialist?» Mulți vor răspunde, poate, că un specialist este un om care știe multe lucruri despre specialitatea respectivă. Cu această definiție însă nu pot fi de acord, pentru că un om nu poate ști niciodată de fapt cu adevărat multe lucruri despre un domeniu. Aș prefera să formulez în felul următor: un specialist este un om care cunoaște unele dintre cele mai grave greșeli care se pot face în specialitatea respectivă și de aceea știe să le evite. În acest sens aș spune despre Philipp Frank că este un specialist în metafizică, pentru că știe să evite unele dintre cele mai grave greșeli din metafizică. Nu sunt sigur că Frank a fost foarte mulțumit de această laudă, dar eu nu fusesem deloc ironic. La asemenea discuții, pentru mine este foarte important mai ales să nu ignorăm hăul în care sălășluiește adevărul. În nici o împrejurare nu avem dreptul să ne ușurăm sarcina."

În seara aceleiași zile, Wolfgang și cu mine am continuat dialogul în doi. Era vremea nopților albe. Aerul era cald, amurgul se întindea aproape până la miezul nopții, iar soarele alunecând spre linia orizontului inunda orașul într-o lumină palidă albăstruie. Așadar, m-am hotărât să mai facem o plimbare pe Linia Lungă, un chei întins de-a lungul portului, unde cel mai adesea sunt ancorate și descărcate vapoarele. În sud, Linia Lungă începe cam în dreptul locului unde se află stânca cu Mica Sirenă, o imagine în bronz a personajului din basmul lui Andersen, iar în nord se termină cu un dig ce înaintează în apa portului, unde un mic far indică intrarea. La început am

urmărit vapoarele intrând și ieșind din port în lumina înserării, apoi Wolfgang începu discuția cu întrebarea:

„Ai fost mulțumit cu ce a spus Niels azi despre pozitiviști? Am avut impresia că tu ești și mai critic față de pozitiviști decât Niels sau, mai bine zis, că ai în minte un cu totul alt concept de adevăr decât filozofii acestei școli. Iar eu nu știu dacă Niels ar fi dispus să accepte conceptul de adevăr sugerat de tine."

„Bineînțeles că nici eu nu știu asta. Niels s-a format într-o epocă în care era nevoie de un mare efort pentru a te desprinde de gândirea tradițională a lumii burgheze din secolul al XIX-lea și mai cu seamă pentru a te desprinde de modul de a gândi al filozofiei creștine. Întrucât a făcut acest efort, se va feri întotdeauna să folosească fără rezerve limbajul filozofiei mai vechi sau al teologiei. Pentru noi însă, lucrurile stau altfel, fiindcă după două războaie mondiale și două revoluții nu mai avem nevoie de nici un efort pentru a ne elibera de o tradiție oarecare. Mie mi s-ar părea complet absurd — dar în acest punct și Niels este de acord cu noi — dacă ar trebui să-mi interzic întrebările sau modurile de a gândi ale filozofiei de altădată numai pentru că nu au fost exprimate într-un limbaj precis. Este adevărat că uneori am dificultăți în a înțelege ce este exprimat cu aceste moduri de a gândi, iar atunci încerc să le traduc într-o terminologie modernă și să văd dacă acum putem găsi răspunsuri noi. Dar nu am nici o reținere în a relua vechile întrebări, așa cum nu am nici o reținere în a întrebuința limbajul tradițional al uneia din vechile religii. Știm că în ceea ce privește religia avem de-a face cu un limbaj în imagini și parabole, care nu poate exprima niciodată exact sensul dorit. Dar în cele din urmă, în majoritatea vechilor religii care datează dintr-o epocă anterioară științelor moderne ale naturii, este vorba tocmai despre aceeași tematică, despre același conținut care trebuie zugrăvit în imagini și parabole, și care în mod fundamental se leagă de întrebarea privind valorile. S-ar putea ca pozitiviștii să aibă dreptate când spun

că astăzi este deseori dificil să dai un sens acestor parabole. Dar nouă ne rămâne misiunea de a înțelege acest sens, întrucât reprezintă o parte esențială a realității noastre, sau de a-l formula într-un nou limbaj, dacă nu mai poate fi exprimat în cel vechi."

„Dacă te gândești la asemenea probleme, atunci se poate înțelege că nu poți fi de acord cu un concept de adevăr care pornește de la posibilitatea predicției prin calcul. Dar care este conceptul tău de adevăr în științele naturii? Mai înainte, acasă la Bohr, l-ai descris vag prin comparația cu traiectoria avionului. Ce poate corespunde în natură intenției sau comenzii pilotului?"

Am încercat să răspund: „Asemenea cuvinte precum «intenție» sau «comandă» provin evident din sfera umană și pot fi înțelese pentru natură în cel mai bun caz drept metafore. Dar cred că putem avansa dacă folosim vechea noastră comparație dintre astronomia lui Ptolemeu și teoria mișcării planetelor de la Newton încoace. Din punctul de vedere al predicției prin calcul drept criteriu pentru adevăr, astronomia lui Ptolemeu nu era mai proastă decât cea de mai târziu a lui Newton. Dar, dacă îl comparăm astăzi pe Ptolemeu cu Newton, atunci avem totuși impresia că Newton a formulat traiectoriile corpurilor cerești în ecuațiile mișcării mai cuprinzător și mai corect, că a descris, ca să spunem așa, intenția conform căreia este construită natura. Sau să luăm un exemplu din fizica de astăzi: când învățăm că legile de conservare, de pildă pentru energie și pentru sarcina electrică, au un caracter universal, că sunt valabile în toate domeniile fizicii și că provin din proprietățile de simetrie ale legilor fundamentale, atunci apare firesc să spunem că aceste simetrii sunt elemente esențiale ale planului după care a fost creată natura. Formulând în acest fel, îmi este desigur clar că și cuvintele «plan» și «creată» provin din sfera umană, și că așadar în cel mai bun caz pot fi folosite ca metafore. Dar este de înțeles că limba nu ne poate pune la dispoziție concepte extraumane cu care să ajungem mai aproape de

ceea ce vrem să exprimăm. Ce să spun mai mult despre conceptul meu de adevăr în științele naturii?"

„Da, da, pozitiviștii ar putea răspunde acum că ce spui tu e o trăncăneală confuză și pot fi mândri că lor nu li s-ar putea întâmpla așa ceva. Dar unde este mai mult adevăr: în neclaritate sau în claritate? Niels citează: «Adevărul sălășluiește în hăuri.» Dar există hăurile și există un adevăr? Și au cumva aceste hăuri o legătură cu întrebarea despre viață și moarte?"

Discuția se opri pentru scurtă vreme, deoarece un mare vapor de pasageri plutea la o distanță de câteva sute de metri de noi, iar vaporul era o apariție de basm, aproape ireal cu luminițele lui nenumărate în amurgul albăstrui. Câteva clipe am visat la destinele umane ce se aflau în spatele luminilor din cabinele vaporului, iar apoi întrebările lui Wolfgang s-au transformat în fantezia mea în întrebări despre vapor. Era vaporul real? Era o masă de fier cu o centrală de putere, un sistem de circuite electrice și becuri? Sau era expresia unei intenții umane, o formă care apăruse ca rezultat al relațiilor interumane? Sau era urmarea legilor naturii din biologie, care folosiseră de data asta ca obiect pentru forța lor creatoare nu numai molecule de proteine, ci și oțel și curenți electrici? Cuvântul „intenție" reprezintă așadar numai reflexul acestei forțe creatoare sau al legilor naturii în conștiința umană? Și ce înseamnă cuvântul „numai" în acest context?

De aici, dialogul interior s-a îndreptat din nou spre întrebările mai generale. Este chiar atât de lipsit de sens ca în spatele structurilor ordonatoare ale lumii în întregul ei să ne închipuim o „conștiință", ale cărei „intenții" sunt aceste structuri? Desigur că și o întrebare formulată astfel este o umanizare a problemei, pentru că însuși cuvântul „conștiință" este rezultatul experienței umane. Așadar, nu am avea voie să folosim acest concept în afara domeniului uman. Dacă însă ne limităm atât de mult, nu am avea voie nici să vorbim despre conștiința unui animal. Și totuși avem senzația că un asemenea mod de a

vorbi are un anume sens. Simțim că sensul conceptului de „conștiință" devine mai larg și în același timp mai ambiguu când încercăm să-l folosim în afara domeniului uman.

Pentru pozitivist există aici o soluție simplă: lumea trebuie împărțită în ceea ce se poate exprima clar și restul, despre care trebuie să tăcem. Așadar, în acest caz ar trebui să tăcem. Dar probabil că nu există o filozofie mai absurdă decât aceasta. Pentru că aproape nimic nu poate fi exprimat clar. Dacă se elimină tot ce este neclar, ceea ce rămâne sunt probabil numai tautologii complet neinteresante.

Lanțul gândurilor a fost întrerupt de Wolfgang, care reluă discuția:

„Adineauri ai spus că nu îți este străină nici limba imaginilor și a parabolelor în care vorbesc vechile religii și că din această cauză nu poți accepta limitările pozitiviștilor. Ai lăsat să se înțeleagă că diversele religii, cu imaginile lor foarte diferite, reprezintă în cele din urmă, după părerea ta, același conținut care — așa te-ai exprimat — este în mod fundamental legat de întrebarea privind valorile. Ce ai vrut să spui cu asta și ce legătură are acest «conținut» cu conceptul tău de adevăr?"

„Întrebarea privind valorile este întrebarea despre ceea ce facem, despre ce ne dorim, despre cum trebuie să ne comportăm. Întrebarea este așadar o întrebare pusă de om, legată de om. Este întrebarea despre busola după care trebuie să ne orientăm când ne căutăm drumul prin viață. Această busolă a căpătat în diferitele religii și în diferitele viziuni asupra lumii nume foarte diferite: fericirea, voința lui Dumnezeu, sensul — pentru a numi doar câteva. Diferențele dintre nume indică diferențe fundamentale în structura conștiinței grupurilor de oameni care și-au numit în acest fel busola. Sigur că nu vreau să minimalizez aceste diferențe. Dar am impresia că în toate formulările e vorba despre relațiile omului cu ordinea centrală a lumii. Știm că pentru noi realitatea depinde de structura conștiinței noastre, iar domeniul obiectivabil este

numai o mică parte a realității noastre. Dar și acolo unde se pune întrebarea despre domeniul subiectiv, ordinea centrală se face simțită și ne refuză dreptul de a privi ceea ce apare în acest domeniu ca fiind un joc al întâmplării sau al capriciului. Desigur că în domeniul subiectiv, fie al individului, fie al popoarelor, poate apărea multă confuzie. Cu alte cuvinte, acolo domnesc și își fac de cap demonii sau — ca să mă exprim mai științific — funcționează ordini parțiale, care nu se potrivesc cu ordinea centrală, care sunt rupte de aceasta. Dar în cele din urmă întotdeauna se impune ordinea centrală, «Unul», ca să folosim terminologia antică, cu care intrăm în relație prin limbajul religiei. Când se pune întrebarea despre valori, atunci imperativul pare a fi să acționăm în spiritul ordinii centrale, tocmai pentru a evita confuziile care pot apărea din cauza ordinilor parțiale disjuncte. «Unul» are drept efect și faptul că percepem ceea ce este ordonat ca fiind bun, iar ceea ce e confuz și haotic este perceput ca fiind rău. Priveliștea unui oraș distrus de bomba atomică ni se pare îngrozitoare, dar ne bucurăm când reușim să transformăm un deșert într-un peisaj înfloritor. În științele naturii ordinea centrală poate fi recunoscută prin faptul că putem în cele din urmă folosi metafore de genul «natura este creată după acest plan». Iar în acest loc se leagă conceptul meu de adevăr cu conținutul la care se referă religiile. Eu găsesc că putem gândi mult mai bine toate aceste conexiuni de când teoria cuantică a fost înțeleasă. Pentru că în teoria cuantică putem formula ordini unitare asupra unor domenii foarte întinse într-un limbaj matematic foarte abstract; recunoaștem însă în același timp că, în momentul în care vrem să descriem efectele acestor ordini în limbajul natural, suntem dependenți de folosirea unor comparații, a complementarității, și trebuie să acceptăm paradoxuri și contradicții aparente."

Wolfgang răspunse: „Da, acest model de gândire poate fi fără îndoială înțeles, dar ce vrei să spui cu afirmația că ordinea centrală se impune mereu? Această ordine este sau nu este prezentă. Dar ce înseamnă că se impune?"

„Vreau să spun ceva absolut banal, bunăoară faptul că după fiecare iarnă florile înfloresc din nou pe câmpuri și că după fiecare război orașele sunt reconstruite, așadar că haosul se transformă mereu în ceva ordonat."

Un timp am mers în tăcere unul lângă altul și curând am ajuns la capătul nordic al Liniei Lungi. De acolo ne-am continuat drumul pe digul care înainta în apa portului, până la farul cel mic. În nord, o dâră roșie luminoasă deasupra liniei orizontului arăta că soarele, în deplasarea lui spre est, se afla la o distanță nu prea mare sub această linie. Contururile clădirilor din port puteau fi recunoscute cu toată claritatea. După ce am stat o vreme la capătul digului, Wolfgang mă întrebă brusc:

„Crezi de fapt în existența unui Dumnezeu personal? Știu că e greu să dai unei asemenea întrebări un sens clar, dar direcția întrebării poate fi cunoscută."

„Îmi permiți să formulez întrebarea și în alt fel?", am replicat eu. „Atunci ar suna așa: poți tu sau este oare cu putință să te apropii atât de nemijlocit de ordinea centrală a lucrurilor și a ceea ce se întâmplă, să intri atât de nemijlocit în legătură cu această ordine, așa cum este posibil în cazul sufletului altui om? Folosesc în acest caz în mod expres cuvântul «suflet», atât de greu de interpretat, pentru a nu fi înțeles greșit. Dacă întrebi în acest fel, atunci aș răspunde afirmativ. Și pentru că nu este vorba aici despre trăirile mele personale, aș putea aminti de celebrul text pe care Pascal îl purta întotdeauna asupra lui și pe care îl începuse cu cuvântul «foc». Dar acest text nu ar fi valabil pentru mine."

„Atunci crezi că ordinea centrală poate fi prezentă cu aceeași intensitate ca și sufletul unui alt om?"

„Poate."

„De ce ai folosit aici cuvântul «suflet» și nu ai vorbit pur și simplu de un alt om?"

„Pentru că «suflet» reprezintă aici ordinea centrală, centrul unei persoane, care în aparițiile sale exterioare poate fi foarte divers și de necuprins."

„Nu știu dacă te pot urma întru totul. Nu este permis nici să-ți supraevaluezi propriile trăiri."

„Sigur că nu, dar și în științele naturii facem apel la propriile trăiri sau la cele ale altora, despre care ni se relatează în mod credibil."

„Poate că nu ar fi trebuit să pun astfel întrebarea. Dar prefer să mă întorc la problema noastră de la început, și anume filozofia pozitivistă. Îți e străină pentru că, dacă te-ai supune tuturor interdicțiilor ei, nu ai putea vorbi despre nici unul dintre lucrurile despre care tocmai am vorbit. Dar de aici ai trage concluzia că această filozofie nu are nimic de-a face cu lumea valorilor? Că în cadrul ei nu poate în principiu exista o etică?"

„La o primă privire așa arată lucrurile, dar probabil că din punct de vedere istoric lucrurile stau invers. Acest pozitivism despre care vorbim și pe care îl întâlnim astăzi a apărut din pragmatism și din atitudinea etică corespunzătoare. Pragmatismul l-a învățat pe fiecare individ să nu rămână inactiv deoparte, ci să-și asume răspunderea, să se străduiască pentru ceea ce se află în imediata sa apropiere, fără a se gândi de la început la binele întregii lumi, iar, acolo unde forțele sunt suficiente, să acționeze pentru o ordine mai bună în micul său domeniu de acțiune. În acest punct, pragmatismul mi se pare superior multora dintre vechile religii. Pentru că vechile învățături duceau lesne la o anume pasivitate, la o atitudine fatalistă față de lucrurile aparent inevitabile, acolo unde de fapt s-ar fi putut îmbunătăți încă multe prin activitate proprie. Să începi cu domenii mici dacă vrei să îmbunătățești la scară mare este desigur în materie de acțiune practică un principiu bun. Chiar și în știință poate că acest drum este în mare parte corect, dacă marea conexiune nu este pierdută din vedere în acest răstimp. În fizica lui Newton au fost fără îndoială prezente amândouă: studiul riguros al detaliilor și privirea asupra întregului. Pozitivismul în forma de azi face greșeala că refuză să vadă marea conexiune, că vrea s-o țină în mod conștient — poate că acum

exagerez cu critica mea — în ceață. Cel puțin nu încurajează pe nimeni să mediteze asupra ei."

„Critica ta la adresa pozitivismului este pentru mine, așa cum știi, perfect întemeiată. Dar tot nu ai răspuns la întrebarea mea. Dacă în cadrul acestei poziții rezultate din amestecul dintre pragmatism și pozitivism există o etică — și ai desigur dreptate când spui că ea există și că poate fi mereu văzută în acțiune în America și Anglia — de unde își ia această etică busola după care se orientează? Tu ai pretins că busola nu poate veni în cele din urmă decât din relația cu ordinea centrală, dar unde găsești această relație în pragmatism?"

„Aici sunt de acord cu teza lui Max Weber potrivit căreia etica pragmatismului provine în cele din urmă din calvinism, așadar din creștinism. Dacă în lumea aceasta occidentală se pune întrebarea ce e bine și ce e rău, ce e de dorit și ce e de condamnat, atunci regăsim în această privință mereu valorile creștinismului, chiar și în domeniile în care imaginile și parabolele acestei religii nu mai sunt deloc adecvate. Dacă vreodată forța magnetică ce a acționat asupra acestei busole se va fi stins complet — iar forța nu poate veni decât de la ordinea centrală —, atunci mă tem că se vor putea întâmpla lucruri înspăimântătoare, care vor depăși lagărele de concentrare și bomba atomică. Dar n-are rost acum să vorbim despre această față întunecată a lumii noastre și poate că domeniul central va redeveni vizibil de la sine în altă parte. Oricum, în știință lucrurile stau cum a spus Niels: cerința pragmaticilor și pozitiviștilor de a avea precizie și rigoare în detaliu și claritate maximă în domeniul limbajului va putea fi acceptată cu plăcere. Interdicțiile lor însă vor trebui depășite, pentru că, dacă nu ne mai este permis să gândim și să vorbim despre marile conexiuni, se pierde și busola după care ne putem orienta."

În ciuda orei înaintate, o barcă mică a acostat la dig ducându-ne înapoi la Kongens Nytorv, iar de acolo am putut ajunge ușor la casa lui Bohr.

18

DEZBATERI ÎN POLITICĂ ȘI ȘTIINȚĂ (1956–1957)

După zece ani de la încheierea războiului, cele mai multe dintre distrugerile provocate de el fuseseră înlăturate. Reconstrucția era, cel puțin în partea vestică a Germaniei, în Republica Federală, atât de avansată, încât se putea pune problema participării industriei germane la tehnica atomică aflată în curs de dezvoltare. În toamna anului 1954 participasem la Washington în calitate de reprezentant al guvernului federal la primele negocieri privind reluarea unor asemenea activități în Germania federală. Faptul că în timpul războiului în Germania nu se întreprinseseră încercări de construire a bombei atomice, în ciuda faptului că existau cunoștințele principiale necesare pentru aceasta, a avut desigur o influență favorabilă asupra negocierilor. În orice caz, ni s-a aprobat construcția unui mic reactor atomic, și se părea că în curând barierele puse în calea folosirii în scopuri pașnice a energiei atomice în Germania ar putea fi complet înlăturate.

În aceste condiții trebuia ca și în Germania să se stabilească direcțiile pentru dezvoltarea viitoare a acestui domeniu. Primul lucru ce trebuia făcut era construirea unui reactor pentru cercetare, astfel încât fizicienii și inginerii, și în general industria germană, să poată lua cunoștință de problemele tehnice ale acestui nou domeniu. Era de la sine înțeles ca Institutului de Fizică condus de Karl Wirtz, din cadrul Societății Max Planck, să i se acorde un rol important în acest proiect. Pentru că aici se afla întreaga experiență din timpul războiului legată de

dezvoltarea unui reactor și tot aici erau disponibile, în măsura posibilităților, informațiile strânse ulterior din bibliografie și din conferințele științifice. De aceea, am fost solicitat de mai multe ori de Adenauer să particip la dezbaterile cu organizațiile de stat și cu industria, pentru a avea grijă ca primele planuri să corespundă necesităților factuale și din punct de vedere științific. Pentru mine era o experiență nouă, dacă nu total neașteptată, să descopăr că nici măcar într-un stat democratic, cu forme juridice bine ordonate, asemenea decizii importante precum cele legate de începuturile noii tehnici atomice nu puteau fi luate numai din punctul de vedere al scopurilor practice și că este vorba în mai mare măsură despre o echilibrare complicată a unor interese individuale, care sunt greu de pătruns și de multe ori stau în calea scopurilor practice. Ar fi și nedrept să facem din asta un reproș la adresa politicienilor. Dimpotrivă, armonizarea unor interese potrivnice într-o comunitate funcțională este una dintre activitățile lor cele mai importante, a cărei îndeplinire trebuie să le fie ușurată. Pe de altă parte, în echilibrarea intereselor economice sau politice eu eram neantrenat, așa încât la asemenea negocieri nu am putut să aduc decât o contribuție mai mică decât sperasem.

În discuțiile purtate pe vremea aceea cu colaboratorii mei cei mai apropiați îmi formasem părerea că ar fi potrivit ca primul reactor de cercetare pentru scopuri tehnice să fie construit în imediata apropiere a institutului nostru. În acest scop trebuia desigur căutat pentru institut și pentru construcțiile tehnice aferente care se vor extinde în timp un spațiu nou, mai mare, iar eu pledam pentru un loc în apropiere de München. Trebuie să recunosc că propunerea mea era în parte influențată și de motive personale, de legăturile mele cu orașul tinereții și studenției mele. Dar, independent de aceasta, mi se părea că apropierea de un centru cultural atât de important și atât de deschis lumii moderne cum era Münchenul ar fi fost o bună premisă pentru activitatea institutului. Pe de altă

parte, pentru o conlucrare strânsă între institut și centrul pentru tehnică atomică ce urma să fie înființat pleda argumentul că experiența acumulată de institut în timpul războiului putea fi folosită cel mai bine, iar echipa institutului nostru, pregătită pentru asemenea activități, dorea cu adevărat să se ocupe de tehnică atomică, deci nu putea fi ispitită să folosească bugetul generos al centrului tehnic pentru alte activități. Curând însă am observat că reprezentanții influenți ai marii industrii nu aveau cu adevărat interesul deschiderii unei asemenea perspective de dezvoltare tehnică în Bavaria. Pe drept sau nu, au considerat că în Baden-Württemberg condițiile ar fi mai prielnice și de aceea în cele din urmă a fost ales orașul Karlsruhe. În mod ciudat însă, pentru noua construcție a institutului nostru din cadrul Societății Max Planck a fost propusă o clădire nouă la München, a cărei construcție fusese oferită — fapt îmbucurător — de conducerea landului Bavaria. Karl Wirtz a fost rugat să plece de la institut, împreună cu echipa sa școlită în tehnica reactorilor, și să se mute la Karlsruhe. Carl Friedrich a primit un post de profesor de filozofie la Universitatea din Hamburg.

Personal nu am fost prea mulțumit de aceste decizii care, deși luau în considerare dorința mea în privința locului — și anume orașul München —, ignorau motivele obiective pentru dezvoltarea tehnicii atomice în apropierea institutului. Eram tulburat de faptul că îndelungata mea colaborare cu Carl Friedrich și Karl Wirtz trebuia acum să se încheie și mă temeam că nou înființatul centru pentru tehnică atomică în scopuri pașnice de la Karlsruhe nu va putea în decursul timpului să se ferească de intervențiile celor care ar fi dorit să folosească un buget atât de mare în alte scopuri. Mă neliniștea faptul că pentru oamenii care aveau de luat decizii de cea mai mare importanță în acest domeniu granița dintre tehnica atomică pașnică și cea destinată armamentului atomic era la fel

de vagă ca aceea dintre tehnica atomică și cercetarea fundamentală în domeniul atomic.

Aceste temeri au fost sporite și de faptul că uneori se făcea auzită — în cercurile politicienilor sau ale industriei, chiar dacă nu și în rândurile populației germane — opinia că, în lumea noastră, înarmarea atomică face parte din mijloacele obișnuite de securitate împotriva amenințărilor externe și de aceea nu putea fi exclusă nici pentru Republica Federală. Contrar acestei păreri, eu, împreună cu cei mai mulți dintre prietenii mei, eram convins că înarmarea atomică a Germaniei ar conduce numai la slăbirea poziției țării noastre în politica externă și că astfel dorința noastră de a construi bombe atomice nu poate decât să ne dăuneze. Și asta pentru că oroarea produsă de acțiunile conaționalilor noștri în anii războiului era încă mult prea răspândită pentru a se accepta existența armelor atomice în mâini germane. În diferitele discuții purtate în vremea aceea cu cancelarul mi s-a părut că Adenauer este receptiv la argumentul meu conform căruia, în problemele legate de înarmare, Republica Federală trebuie să facă numai minimul din ce ne cer partenerii de coaliție. Dar și în acest caz era vorba desigur de armonizarea unor interese foarte diferite și foarte puțin compatibile.

Dintre prietenii mei, în special Carl Friedrich revenea mereu la această temă, iar mai târziu a avut și inițiativa de a întreprinde un pas politic. Poate că una din numeroasele noastre discuții a început cu o întrebare adresată lui Carl Friedrich cam în felul următor: „Ce părere ai despre viitorul institutului nostru? Eu mă tem că lucrările de tehnică atomică vor fi complet separate de institutul nostru. Evident, în plan științific mai e mult de lucru. Dar cine vrea de fapt această separare? Oare numai faptul că am propus, poate cam egoist, orașul München a generat această separare? Sau există motive obiective pentru ca viitorul centru pentru tehnică atomică în scopuri pașnice să fie înființat separat de Societatea Max Planck?"

Carl Friedrich răspunse: „La astfel de întrebări pe jumătate politice, cuvântul «obiectiv» e greu de definit. O asemenea dezvoltare tehnică are efecte majore asupra economiei regiunii alese. Mulți oameni își vor găsi acolo de lucru, pentru ei se vor construi noi cartiere de locuințe, industria care se ocupă cu producerea și folosirea energiei va obține acolo noi domenii de activitate și noi contracte. Așadar, există desigur motive «obiective» care fac ca un oraș sau un land să-și dorească să găzduiască o asemenea dezvoltare. În acest caz — la fel ca în discuția noastră de la Farm Hall despre bombele atomice —, decizia privind amplasarea institutelor de cercetare în domeniul tehnicii atomice în scopuri pașnice este o parte a planului întregii dezvoltări economico-tehnice a Republicii Federale. Nu este suficient să ne întrebăm unde anume putem pune pe picioare un reactor funcțional. Vor fi luate în calcul și cu totul alte motive care țin de ansamblu."

„Trebuie să acceptăm asemenea motive. Tu crezi că în acest caz au jucat rolul principal?", am întrebat eu.

„Asta nu știu și aici încep cu adevărat temerile mele. După cum știi din discuțiile avute, pentru cei mai mulți din afară este foarte greu să se traseze o linie precisă de demarcație între dezvoltarea plănuită și pe de-o parte tehnica militară, iar pe de altă parte cercetarea fundamentală. Va exista o tendință — probabil nu foarte însemnată — de a se îngloba în noul centru anumite domenii din cercetarea fundamentală care nu sunt legate nemijlocit de dezvoltarea tehnică, dar s-ar putea să existe și tendința — iar acest lucru este mult mai periculos — ca în cadrul dezvoltării pașnice a tehnicii atomice să se facă deja planuri pentru aplicații militare, de exemplu în legătură cu obținerea plutoniului. Karl Wirtz va face fără îndoială tot ce-i stă în putință pentru a se menține strict pe linia dezvoltării exclusiv pașnice a tehnicii atomice. Dar s-ar putea să existe acolo forțe puternice care să orienteze cercetarea în alte direcții și împotriva cărora un om singur practic nu are nici o șansă. Ar trebui să încercăm

să obținem de la guvernul nostru o declarație fermă în care să specifice că nu există intenția de a produce arme atomice. Dar un guvern dorește în mod firesc să-și păstreze cât mai multe drumuri deschise. Nu se va lăsa legat de mâini. Am putea să ne gândim și la o declarație publică. Dar au asemenea declarații vreo însemnătate? Tu ai participat chiar anul trecut la o declarație semnată de o serie de fizicieni pe insula Mainau. Ai fost mulțumit de ea?"

„Am colaborat la acea acțiune, dar în fond detest asemenea manifestări. Dacă afirmăm public că suntem de partea păcii și împotriva bombei atomice, nu sunt decât vorbe goale. Pentru că fiecare om aflat în deplinătatea facultăților lui este, firește, pentru pace și împotriva bombei atomice și nu are nevoie de declarația unor oameni de știință. Guvernele vor include în calculele lor politice asemenea declarații, vor fi ele însele pentru pace și împotriva bombei atomice și vor adăuga doar în subsidiar că este evident vorba despre o pace care să fie favorabilă și onorabilă pentru propriul popor și că sunt vizate mai ales bombele atomice detestabile ale celorlalți. Cu asta nu s-a câștigat nimic."

„Oricum, poporului i se amintește din nou cât de absurd ar fi un război cu arme atomice. Dacă un asemenea avertisment nu ar fi rațional, presupun că nu ai fi semnat declarația de la Mainau."

„Așa e, dar cu cât o asemenea declarație este mai generală și mai lipsită de obligativitate, cu atât efectul ei va fi mai slab."

„Trebuie să ne gândim la o acțiune mai eficientă dacă vrem ca la noi să se încerce cu adevărat ceva nou."

„Vechea politică — putere economică și politică și șantaj prin amenințarea cu forța armelor — este considerată încă de cei mai mulți, mai cu seamă în afara Germaniei, ca o politică realistă, chiar dacă de multă vreme a devenit contrariul. De curând am auzit de la un membru al guvernului nostru argumentul că, dacă Franța dispune de arme atomice, atunci și Republica Federală ar trebui să

poată cere același lucru. Bineînțeles că am contraargumentat imediat. Dar ceea ce m-a înspăimântat la acest argument nu era scopul, ci premisa. Era considerat de la sine înțeles faptul că posesia armelor atomice ar fi pentru noi un avantaj politic, iar singura întrebare era cum ar putea fi atins acest scop. Mă tem că reprezentantul acestei opinii consideră că oricine gândește altfel, adică oricine ar pune la îndoială premisa însăși, este fie un visător, fie este un escroc care de fapt urmărește cu totul alte scopuri politice decât pretinde, de pildă anexarea Republicii Federale la Rusia."

„Acum exagerezi pentru că te-ai enervat. Politica guvernului nostru federal este desigur mai rațională și există fără îndoială nenumărate stadii intermediare între înarmarea atomică proprie și o pasivitate totală, contând numai pe sprijinul celorlalți. În orice caz trebuie să facem tot ce stă în puterile noastre pentru a împiedica în acest domeniu o dezvoltare în direcția greșită."

„Va fi foarte dificil. Dacă am învățat ceva din cele petrecute în ultimele luni, atunci acesta e faptul că nu poți face bine în același timp și politică, și știință. În orice caz, eu unul nu sunt în stare și mi se pare perfect logic. Atât în știință, cât și în politică e nevoie de implicare totală; jumătățile de măsură nu ajung. De aceea vreau să mă retrag cu totul în știință."

„N-ai face un lucru bun. Politica nu este o ocupație doar pentru specialiști și oameni de meserie, ci este, dacă vrem să prevenim catastrofe precum cea din 1933, și o îndatorire pentru fiecare din noi. Nu ai voie să te eschivezi, mai ales când e vorba de consecințele fizicii atomice."

„Bine, dacă ai nevoie de ajutorul meu, poți să contezi pe el."

În vara anului 1956, când aveau loc aceste discuții, mă simțeam obosit și aveam senzația că am ajuns la capătul puterilor. Printre altele, mă apăsa o controversă științifică cu Wolfgang Pauli, pe care nu îl puteam convinge de părerile mele într-o problemă științifică foarte importantă

pentru mine. Cu un an în urmă, la o conferință desfășurată la Pisa, făcusem propuneri destul de neconvenționale pentru structura matematică a unei teorii a particulelor elementare cu care Wolfgang nu era de acord. Wolfgang cercetase el însuși niște posibilități înrudite pe un model matematic propus de eminentul fizician american de origine chineză Lee și ajunsese la concluzia că direcția era greșită. Eu nu puteam crede acest lucru. Wolfgang m-a criticat așadar cu duritatea lui obișnuită în asemenea cazuri.

„Aceste observații dovedesc înainte de toate că în timpul conferinței de la Pisa n-ai înțeles aproape nimic din propriile tale lucrări", spunea el într-o scrisoare trimisă de la Zürich.

La început eram prea obosit pentru a începe cu toate forțele lucrul la problema matematică extrem de dificilă și am hotărât să fac o pauză mai lungă pentru a mă reface.

De aceea, pe durata vacanței, m-am mutat cu întreaga familie la Liseleje, o mică localitate la malul mării situată pe insula Sjaelland din Danemarca, într-o casă de țară aflată la numai aproximativ 10 km de casa de vacanță a lui Bohr de la Tisvilde. Doream să folosesc această ocazie pentru a petrece cât mai mult timp împreună cu Niels, fără să apelez la ospitalitatea lui. Au fost săptămâni fericite. Vizitele reciproce au făcut să dispară oboseala și ne-au dat posibilitatea să refacem legătura între vremurile de odinioară, când eram împreună, și lumea schimbată între timp. Așa cum era firesc, Niels nu a vrut să se amestece în disputa matematică dificilă în care mă angajasem cu Wolfgang. Nu se simțea implicat în probleme care erau de natură mai mult matematică decât fizică. Dar era de acord cu perspectiva filozofică pe care voiam s-o așez la baza fizicii particulelor elementare și m-a încurajat să continui în direcția în care pornisem.

Câteva săptămâni după întoarcerea din Danemarca m-am îmbolnăvit grav și a trebuit să stau mai multă vreme la pat. De lucrat nici nu putea fi vorba și nu puteam urmări decât de la distanță discuțiile politice privind dorințele

noastre adresate guvernului, pe care Carl Friedrich le purta cu ceilalți prieteni. În prima zi când am putut să mă scol din pat — era sfârșitul lui noiembrie — a avut loc la mine acasă o consfătuire a grupului care mai târziu avea să fie numit „cei 18 de la Göttingen", ocazie cu care a fost redactată o scrisoare către Strauß, ministrul de atunci al apărării, fostul ministru al energiei atomice. Dacă nu primeam la această scrisoare un răspuns convenabil, atunci intenționam — așa scrisesem — să facem publică poziția noastră în problema înarmării atomice. Eram bucuros că acela care luase inițiativa pentru acest pas fusese Carl Friedrich, fiindcă din cauza stării mele nu puteam decât să privesc ce fac ceilalți și să mă implic doar pe jumătate.

În săptămânile următoare, pe când mă refăceam încet, am încercat să ajung la o decizie în controversa cu Wolfgang. Era vorba de propunerea de a lărgi spațiul matematic necesar formulării legilor naturii pentru particulele elementare, spațiu folosit în mecanica cuantică pentru asemenea scopuri și numit de fizicieni, cam imprecis, „spațiu Hilbert". Ideea de a lărgi acest spațiu prin admiterea unei metrici ceva mai generale decât permitea mecanica cuantică fusese propusă cu 13 ani în urmă de Paul Dirac. Dar pe vremea aceea Wolfgang demonstrase că în acest caz mărimile care trebuie interpretate în mecanica cuantică drept probabilități pot avea uneori și valori negative, deci o asemenea matematică nu mai putea fi interpretată fizic în mod rațional. Pe vremea conferinței de la Pisa, Wolfgang își prezentase criticile împotriva modelului propus de Lee cu metode matematice, în detaliu. Dimpotrivă, eu reluasem în prelegerea mea de la Pisa propunerea lui Dirac și afirmasem că în anumite cazuri, pe care le descriam, criticile lui Wolfgang puteau fi evitate. Era de înțeles că Wolfgang nu credea acest lucru.

Mi-am propus așadar să demonstrez, chiar cu metodele matematice ale lui Wolfgang și folosind tot modelul lui Lee, că în cazurile speciale pomenite de mine dificultățile puteau fi ocolite. Abia în ianuarie ajunsesem să

formulez demonstrația mai clar și i-am trimis-o într-o scrisoare lui Wolfgang. În același timp însă, starea sănătății mele s-a înrăutățit atât de mult, încât medicul m-a sfătuit să părăsesc Göttingenul și să mă duc la Ascona, lângă lacul Maggiore și să mă las îngrijit de Elisabeth pentru a mă însănătoși complet. Schimbul de scrisori pe care l-am avut apoi de la Ascona cu Wolfgang mi-a rămas și acum în memorie ca o amintire îngrozitoare. De ambele părți lupta se purta cu duritate și se făceau eforturi enorme pentru claritate matematică desăvârșită. Demonstrația mea nu era la început transparentă în toate punctele, iar Wolfgang nu putea înțelege unde voiam să ajung. Mereu încercam să-i prezint raționamentele mele cât mai detaliat și mereu Wolfgang era furios că nu acceptam criticile lui. În cele din urmă își pierdu aproape cu totul răbdarea și scrise: „Am primit de la tine o scrisoare prostească. Aproape tot ce conține este după părerea mea iremediabil fals... Nu faci decât să repeți ideile tale fixe, respectiv concluziile greșite, ca și cum nu ți-aș fi scris niciodată. În felul ăsta nu am făcut decât să-mi pierd timpul și va trebui acum să întrerup discuția noastră..." Dar eu nu puteam să cedez și, deși boala mea revenea din când în când, aducând cu ea crize de amețeală și depresii, voiam să reușesc să aduc demonstrația într-o formă perfect clară. În sfârșit, după șase săptămâni de tensiune maximă am reușit să fac o breșă în apărarea lui Wolfgang. A înțeles că nu mă interesam de soluția cea mai generală a problemei matematice puse, ci doar de o familie specială de soluții și că pretindeam că poate fi interpretată fizic numai această familie specială. Am făcut astfel primul pas spre înțelegere, iar după ce calculasem diferite detalii matematice eram în sfârșit convinși amândoi că am înțeles problema în întregime. Schema matematică neconvențională pe care voiam s-o pun la baza teoriei particulelor elementare nu conținea așadar în nici un caz contradicții interne ce puteau fi văzute nemijlocit. Desigur, aceasta nu dovedea că schema era cu adevărat folositoare. Dar

existau alte motive de a crede că soluția trebuia căutată aici și în sfârșit puteam lucra în continuare în direcția în care pornisem. La întoarcerea de la Ascona a trebuit să mă duc la un consult medical minuțios la clinica universitară din Zürich. Am folosit ocazia pentru a mă întâlni cu Wolfgang, întâlnire care s-a desfășurat într-o atmosferă calmă, așa încât Wolfgang n-a putut să constate la urmă decât un „acord plictisitor" între pozițiile noastre. Cu aceasta, „bătălia de la Ascona", cum am numit mai târziu în glumă controversele din schimbul de scrisori, a luat sfârșit.

Am petrecut săptămânile următoare la Urfeld, în vechea noastră casă de pe malul lacului Walchen, și m-am refăcut acolo mult mai repede decât la Ascona. La întoarcerea la Göttingen am aflat că discuțiile politice asupra problemei înarmării atomice se îndreptau spre o criză. Guvernul federal nu se lăsase convins de noi, fizicienii, să se oblige să urmeze un anumit curs în problema înarmării atomice. Lucrul era de înțeles, dar nouă ne sporea îngrijorarea că se va merge în direcția greșită. Apoi Adenauer a vorbit într-un discurs public despre faptul că armele atomice nu sunt în fond decât o perfecționare și o întărire a artileriei, că între ele și armele convenționale nu e decât o diferență de grad. O asemenea prezentare ni s-a părut că depășește cu mult măsura suportabilului. Era de la sine înțeles că ea inducea în rândul germanilor o imagine complet eronată despre efectele armelor atomice. Ne-am simțit așadar datori să acționăm, iar Carl Friedrich era de părere că trebuia să facem o declarație publică.

Am fost repede cu toții de acord că nu putea fi vorba în acest caz despre o declarație generală de bune intenții în favoarea păcii și împotriva bombei atomice. Trebuia să avem în vedere obiective foarte precise care să poată fi atinse în condițiile date. Două obiective erau aproape evidente: în primul rând, locuitorii Germaniei trebuiau să fie perfect informați privind efectele armelor atomice, orice încercare de minimalizare sau cosmetizare trebuia

împiedicată. În al doilea rând, trebuia să încercăm să obținem schimbarea poziției guvernului federal în problema înarmării atomice. De aceea, declarația noastră trebuia să se refere numai la Germania federală, iar noi trebuia să spunem cât se poate de limpede că posesia armelor atomice de către Republica Federală nu reprezenta o sporire a siguranței țării, ci, dimpotrivă, o sporire a pericolului extern. Ce gândeau alte guverne sau alte popoare despre armele atomice trebuia să ne fie în cea mai mare măsură indiferent în această situație. Și, în fine, credeam că declarația noastră ar avea și mai multă greutate dacă ne obligam și ca persoane să refuzăm orice colaborare la înarmarea atomică. În mod special pentru noi era evident un asemenea refuz, fiindcă reușisem chiar și în timpul războiului — de altfel, cu oarecare noroc — să nu colaborăm la înarmarea atomică. Carl Friedrich a discutat detaliile cu prietenii noștri. Din cauza stării precare a sănătății mele am lipsit la majoritatea întâlnirilor. Textul declarației a fost elaborat apoi de Carl Friedrich și după diverse îmbunătățiri aduse în discuțiile comune, a fost semnat de toți cei 18 fizicieni de la Göttingen.

Textul a fost publicat în presă pe data de 16 aprilie 1957 și a avut în mod vizibil un mare efect în spațiul public. După numai câteva zile se părea că ne-am apropiat mult de primul nostru obiectiv, întrucât de nici o parte nu se mai încerca bagatelizarea efectelor armelor atomice. Poziția guvernului federal nu era unitară. Adenauer părea afectat de o acțiune care îi încurca planurile și ne-a chemat pe câțiva dintre noi, fizicienii de la Göttingen, la o discuție la Bonn. Eu am refuzat, întrucât nu îmi închipuiam că ar fi putut apărea puncte de vedere noi care să ducă la o apropiere a pozițiilor, dar și fiindcă simțeam că starea sănătății nu mi-ar fi permis să fac față unei discuții dure în contradictoriu. Adenauer mi-a telefonat ca să mă convingă să mă răzgândesc, iar astfel a luat naștere o lungă controversă politică pe care, în punctele ei esențiale, am păstrat-o în memorie.

La început Adenauer a spus că până în acel moment ne înțeleseserăm bine în toate aspectele fundamentale, că se făcuseră mulți pași în Republica Federală pentru dezvoltarea tehnicii atomice în scopuri pașnice și că declarația noastră de la Göttingen își are originea probabil mai ales într-o confuzie. El credea așadar că se cuvenea să ascultăm cu atenție argumentele care îl făcuseră să-și îngăduie o mai mare libertate în problema înarmării atomice. Credea de asemenea că, după ce îi vom fi ascultat argumentele, vom ajunge repede la o înțelegere, iar pentru el era important ca această înțelegere să fie cunoscută apoi și public. Am răspuns că eram bolnav și că nu mă simțeam în stare să fac față unei controverse privind probleme atât de delicate cum e înarmarea atomică. Și nici nu credeam că o apropiere va putea avea loc atât de ușor. Argumentele care urmau să ne fie prezentate nu se puteau referi la altceva decât la slăbiciunea militară de până acum a Republicii Federale, la gradul de superioritate militară a rușilor și la faptul că era inechitabil ca americanii să se ocupe de apărarea Republicii Federale dacă nu suntem și noi dispuși la sacrificii importante în acest sens. Dar la aceste argumente ne gândiserăm în mod serios. Poate că știam mai bine decât cei mai mulți dintre conaționalii noștri care erau opiniile în Anglia și America în privința noastră, a germanilor. După toate călătoriile întreprinse în ultimii ani, nu mă puteam îndoi că o înarmare atomică a Republicii Federale ar genera o furtună de proteste, mai cu seamă în America, și că înrăutățirea climatului politic, și așa foarte labil, ar atârna mult mai greu în balanță decât orice avantaj militar.

Adenauer a răspuns că știa că noi, fizicienii, suntem niște idealiști care vor să se încreadă în puterea binelui din oameni și care detestă folosirea forței. Ar fi fost întru totul de acord dacă am fi scris un apel general către toți oamenii, cerându-le tuturor să renunțe la înarmarea atomică și să facă eforturi pentru rezolvarea conflictelor de interese prin mijloace pașnice. Aceasta era și dorința lui.

Dar din ce scriseserăm noi rezulta că am fi dorit cu tot dinadinsul o slăbire a Republicii Federale. În orice caz, așa putea fi interpretată declarația noastră.

Împotriva unui asemenea reproș m-am apărat foarte energic, aproape furios. Eu credeam — așa am spus atunci — că tocmai în acest caz am acționat nu ca niște idealiști, ci ca niște realiști lucizi. Noi eram convinși că orice fel de înarmare atomică a Republicii Federale va duce cu necesitate la o slăbire a poziției ei politice și că astfel siguranța, atât de importantă — pe drept cuvânt — și pentru el, ar fi pusă în mare pericol tocmai datorită înarmării atomice. Eu credeam că trăim într-o epocă în care problemele de securitate se schimbă la fel de radical ca la trecerea de la Evul Mediu la modernitate, și trebuie să reflectăm profund asupra acestei schimbări înainte de a urma cu ușurință vechile moduri de gândire. A fost unul dintre scopurile declarației noastre să genereze interesul în această direcție și să împiedice urmarea unei direcții greșite ca rezultat al unor raționamente tactice de stil vechi.

Lui Adenauer i-a fost greu să accepte argumentele mele și i s-a părut nedrept ca un grup mic de oameni, în acest caz fizicieni atomiști, să aibă pretenția de a interveni în planuri îndelung gândite care trebuie să se orienteze după interesul unor mari comunități politice. În același timp însă, a simțit din efectele declarației noastre în spațiul public că vorbisem în numele unei mari părți a germanilor, ca și a oamenilor din alte țări, și că argumentele noastre nu puteau fi pur și simplu ignorate. A mai încercat o dată să mă convingă să vin la discuția de la Bonn, dar a înțeles în cele din urmă că nu îmi putea cere atât de mult.

Nu știu cât de nemulțumit a fost cu adevărat Adenauer atunci de acțiunea noastră. Câțiva ani mai târziu mi-a scris o scrisoare în care îmi spunea că putea fără îndoială să respecte o opinie politică diferită de a lui. Probabil că în fond era un sceptic, perfect conștient de limitele înguste

în care e încorsetată acțiunea politică. În plus, se bucura să găsească, într-o oarecare măsură, soluții aplicabile în cadrul posibilităților date și era dezamăgit când aceste soluții se dovedeau a fi mai dificil de urmat decât își închipuise. Busola care îl călăuzea în acțiunile sale nu era influențată de vechile imagini-simbol prusace, despre care vorbisem cu Niels Bohr cu zeci de ani în urmă în timpul unei plimbări în Danemarca, și la fel de puțin de reprezentările despre libertate ale vikingilor din miturile Islandei, după care se orientase imperiul britanic. Direcția lui era mai mult deteminată de vechea tradiție romană și creștină a Europei, care mai este încă vie în Biserica Catolică, și de reprezentările sociale formate în secolul al XIX-lea, în care Adenauer recunoștea miezul creștin, în ciuda comunismului și ateismului. Gândirea catolică conține o parte de înțelepciune și filozofie orientală, și probabil că aceasta era partea din care își trăgea Adenauer forța în momente dificile. Îmi aduc aminte de o discuție în care ne povesteam experiențele din timpul prizonieratului. Întrucât Adenauer fusese închis pentru un timp de Gestapo într-o celulă strâmtă și hrănit la limita supraviețuirii, în timp ce eu trăisem un prizonierat relativ plăcut în Anglia, l-am întrebat dacă nu i-a fost greu în acea perioadă. Adenauer a spus: „Ah, știți, când ești închis într-o celulă atât de strâmtă timp de zile, săptămâni, luni, când nu ești deranjat de nici un telefon și de nici un vizitator, atunci poți medita, te poți gândi în liniște la cele ce au fost și la cele ce ar putea să mai fie, perfect relaxat, numai cu tine însuți: acest lucru este în fond foarte frumos."

19

TEORIA UNITARĂ A CÂMPULUI (1957–1958)

Lângă portul Veneției, în dreptul Palatului Dogilor și al Piazzettei, se află insula San Giorgio. Este proprietatea contelui Cini, care întreține acolo o școală pentru orfani și copii găsiți, ce sunt apoi școliți ca să devină marinari sau artizani, și care a restaurat și vechea mânăstire benedictină de pe insulă. Câteva dintre încăperile fastuoase de la etajul mânăstirii au fost transformate în camere de oaspeți. Cu ocazia conferinței de fizică atomică ce a avut loc la Padova în toamna anului 1957, câțiva dintre participanții mai în vârstă, printre care Wolfgang și cu mine, au fost invitați de contele Cini să locuiască pe insula San Giorgio. Curtea interioară a mânăstirii, unde zgomotul portului nu ajunge decât în surdină, ca și drumurile la Padova făcute uneori împreună, ofereau excelente prilejuri pentru discuții despre problemele actuale ale științei noastre. Pe atunci ne preocupa pe toți în mod special o descoperire a tinerilor fizicieni americani de origine chineză Lee și Yang. Acestor doi teoreticieni le venise ideea că simetria dreapta-stânga, până atunci considerată ca făcând parte aproape evident din legile naturii, ar putea fi încălcată la interacțiunile slabe, adică la interacțiunile responsabile pentru efectele radioactive. Într-adevăr, experimentele de mai târziu ale lui Wu au arătat că în cazul dezintegrării radioactive β apare o abatere foarte mare de la simetria dreapta-stânga. Lucrurile arătau ca și cum la dezintegrarea β particulele emise, fără masă, așa-numiții neutrini, nu existau decât într-o anumită formă, s-o numim

levogiră, pe când antineutrinii apăreau atunci în forma dextrogiră. Wolfgang era în mod deosebit interesat de proprietățile neutrinilor și pentru motivul că el fusese primul care prezisese existența lor, cu 20 de ani în urmă. Între timp, existența lor fusese de mult confirmată experimental, dar noua descoperire modifica imaginea despre neutrini într-un mod special și incitant.

Noi, adică Wolfgang și cu mine, am fost întotdeauna de părere că proprietățile de simetrie reprezentate de aceste particule elementare fără masă trebuie să fie și proprietățile de simetrie ale legilor fundamentale ale naturii. Dacă însă acum simetria dreapta-stânga nu exista la aceste particule, atunci trebuia să contăm pe posibilitatea ca și în legile fundamentale ale naturii ea să lipsească la început și să apară de-abia mai târziu, de pildă pe calea ocolită a interacțiunii și a masei create în urma acestei interacțiunii. Simetria dreapta-stânga ar fi atunci urmarea unei dublări ulterioare, care ar putea apărea matematic de pildă din faptul că o ecuație are două soluții la fel de îndreptățite. Această posibilitate era atât de incitantă fiindcă ducea la o simplificare a legilor fundamentale ale naturii. Din cele trăite de noi ca fizicieni, înțeleseserăm că ori de câte ori apărea în experimente o simplificare neașteptată, era cazul să fim extrem de atenți, pentru că se putea să fi ajuns cu acea ocazie într-un loc de unde marile conexiuni deveneau vizibile. Așadar, aveam senzația că în spatele descoperirii Lee-Yang se puteau ascunde cunoștințe decisive.

Și Lee, unul dintre cei doi descoperitori, care lua parte le conferință, părea să împărtășească această părere. Am vorbit odată îndelung cu el în curtea mânăstirii despre consecințele ce puteau decurge din această asimetrie observată, iar Lee a spus că nu ne putem aștepta ca noi conexiuni importante să apară „de după colț". Dar, desigur, în asemenea cazuri nu știm cât de ușor sau de greu va fi de trecut „colțul". Wolfgang era foarte optimist, pe de o parte fiindcă ajunsese la o foarte bună cunoaștere a structurilor matematice legate de neutrini, pe de alta fiindcă

din rezultatele discuțiilor noastre anterioare în legătură cu „bătălia de la Ascona" căpătase speranța că o teorie cuantică de câmp relativistă poate fi construită fără contradicții matematice. Era fascinat de procesul amintit de dublare sau de dedublare care, așa cum credea, putea fi răspunzător de apariția simetriei dreapta-stânga, deși încă nu se putuse da o formulare matematică adecvată pentru aceasta. Dedublarea conferea naturii, într-un mod ce urma să fie elucidat, posibilitatea de a introduce ulterior noi proprietăți de simetrie. Cum putea să aibă loc apoi o rupere a simetriei, asupra acestui fapt aveam pe atunci idei și mai puțin clare decât asupra dedublării. În orice caz, în discuțiile noastre apărea din când în când ideea că lumea în totalitatea ei, adică cosmosul, nu trebuia neapărat să fie simetrică la operațiunile la care legile naturii erau invariante, că așadar scăderea simetriei ar putea fi pusă pe seama asimetriei cosmosului. Toate aceste idei erau pe atunci mult mai puțin clare în mințile noastre decât le-am prezentat aici. Dar din ele emana o anumită fascinație căreia cu greu îi puteai rezista dacă îți îndreptai gândurile în această direcție. Odată l-am întrebat pe Wolfgang de ce ținea atât de mult la acest proces al dedublării și mi-a dat aproximativ următorul răspuns:

„În fizica mai veche a învelișului atomic s-a putut încă porni de la imagini care proveneau din repertoriul fizicii clasice. Principiul de corespondență al lui Bohr afirma tocmai posibilitatea de întrebuințare, fie și limitată, a unor asemenea imagini. Dar și pentru învelișul atomic descrierea matematică a ceea ce se întâmplă a devenit apoi mult mai abstractă decât aceste imagini. Putem chiar reprezenta același conținut factual prin imagini complet diferite, cum ar fi imaginea de particulă și imaginea de undă. În fizica particulelor elementare însă, cu asemenea imagini nu vom mai putea realiza nimic. Această fizică este încă mult mai abstractă. Pentru formularea legilor naturii în acest domeniu nu va putea exista probabil alt punct de pornire decât proprietățile de simetrie care apar în natură sau, ca să mă exprim în alt fel, operațiile de simetrie (de

pildă translațiile sau rotațiile) care determină spațiul naturii. Dar apoi ajungem neapărat la întrebarea de ce există tocmai aceste operații de simetrie și nu altele. Procesul dedublării pe care mi-l imaginez eu aici ar putea să ajute în acest caz, pentru că ar lărgi în mod firesc spațiul naturii, creând astfel posibilitatea unor noi simetrii. Ne-am putea imagina, în cazul ideal, că toate simetriile din natură sunt urmarea câte unui proces de dedublare."

Munca propriu-zisă la aceste probleme nu putea începe decât după întoarcerea de la conferință. La Göttingen, mi-am concentrat eforturile asupra găsirii unei ecuații de câmp care să descrie un câmp de materie cu interacțiune internă și care să reprezinte într-o formă cât mai compactă cât mai multe dintre proprietățile de simetrie observate în natură. Pentru aceasta am folosit ca model interacțiunea esențială empiric pentru dezintegrarea β care căpătase forma ei cea mai simplă și probabil definitivă prin descoperirea lui Lee și Yang.

În anul 1957, toamna târziu, am avut de ținut o conferință pe aceste teme la Geneva, iar la întoarcere m-am oprit pentru scurt timp la Zürich ca să vorbesc cu Wolfgang despre încercările mele. Wolfgang m-a încurajat să continui pe drumul pe care pornisem. Era un lucru foarte important pentru mine, iar în săptămânile următoare am încercat mereu forme diferite cu ajutorul cărora să poată fi reprezentat câmpul de materie cu interacțiune internă. Brusc, între toate imaginile neclare, a apărut o ecuație de câmp cu un grad de simetrie neobișnuit de ridicat. Forma ei era doar cu puțin mai complicată decât vechea ecuație a lui Dirac pentru electron, dar conținea, pe lângă structura spațio-temporală a teoriei relativității, și simetria dintre proton și neutron, care jucase un rol atât de important încă de pe vremea visului avut la cabana de la Steiler Alm din Bavaria sau — ca să mă exprim mai matematic — conținea pe lângă grupul Lorentz și grupul izospin, așa că într-adevăr reprezenta o mare parte din proprietățile de simetrie care apăreau în natură. Și Wolfgang, căruia îi scrisesem despre asta, s-a arătat imediat plin de

interes, căci pentru prima dată se părea că aici fusese găsit un cadru suficient de larg pentru a cuprinde întregul spectru complicat al particulelor elementare și al interacțiunilor lor, și în același timp suficient de îngust pentru a fixa în acest domeniu tot ce nu trebuia privit ca fiind doar pur și simplu contingent. Ne-am hotărât așadar să încercăm să răspundem împreună la întrebarea dacă această ecuație putea deveni baza unei teorii unitare a câmpului particulelor elementare. Aici Wolfgang avea speranța că puținele simetrii care mai lipseau puteau fi introduse ulterior prin procesul de dedublare.

Cu fiecare pas pe care îl făcea în această direcție, Wolfgang devenea din ce în ce mai entuziast. Nu l-am văzut în viața mea pe Wolfgang, nici înainte și nici după aceea, într-o asemenea stare de surescitare legată de ce se întâmplă în știința noastră. Dacă în anii anteriori își manifestase o poziție critică și sceptică față de toate încercările teoretice — care de altfel se referiseră doar la ordini parțiale în fizica particulelor elementare, și nu la conexiunea întregului —, acum era decis să formuleze el însuși marea conexiune cu ajutorul noii ecuații a câmpului. Căpătase speranța fermă că această ecuație, care în simplitatea și în marea ei simetrie era o formă unică, trebuie să reprezinte punctul de pornire corect pentru o teorie unitară a câmpului particulelor elementare. Și eu eram fascinat de noua posibilitate, care părea să fie cheia mult căutată pentru poarta care barase până atunci accesul la lumea particulelor elementare. Pe de altă parte, vedeam și cât de multe greutăți mai erau de depășit până la atingerea scopului propus. Cu puțin timp înainte de Crăciunul lui 1957 am primit o scrisoare de la Wolfgang care conținea multe detalii matematice, dar reda și starea lui de euforie din acele săptămâni:

„...Diviziune și scădere a simetriei, asta este esența[1]. Diviziunea este un foarte vechi atribut al diavolului

[1] „Des Pudels Kern" în original, înseamnă „esența unui lucru", dar tradus mot-à-mot înseamnă „miezul pudelului".

(cuvântul «îndoială» ar fi însemnat inițial «împărțire în două, diviziune»). Un cardinal dintr-o piesă a lui Bernard Shaw spune: «A fair play for the devil please». De aceea să nu lipsească nici de Crăciun. Cei doi Domni divini — Cristos și diavolul — să observe numai că între timp au devenit mult mai simetrici. Te rog să nu transmiți aceste erezii copiilor tăi, dar poți să le povestești baronului v. Weizsäcker — acum ne-am întâlnit întru idei. Din toată, toată inima, al tău Wolfgang Pauli."

O scrisoare trimisă vreo opt zile mai târziu începea astfel: „Toate cele bune ție și familiei tale în noul an, care sperăm că va aduce clarificarea totală a fizicii particulelor elementare." Iar mai jos, Wolfgang scria:

„Imaginea se schimbă în fiecare zi. Totul curge. Nu publicăm încă, dar va ieși ceva frumos. Deocamdată nici nu putem prevedea tot ce va ieși de aici. Urează-mi noroc în a învăța să merg." Și citează: „«Rațiunea începe să vorbească din nou / Iar speranța să-nflorească / Ne e dor de pâraiele vieții / Ah, ne e dor de izvorul ei...» Salută zorii înroșiți ai zilei, când începe 1958, înainte de răsăritul soarelui... Gata pentru azi. Materia este foarte productivă. Acum vei găsi multe singur... Ai să observi că pudelul[1] a plecat. Și-a arătat miezul: diviziune și scădere a simetriei. I-am ieșit în întâmpinare cu antisimetria mea — l-am tratat cu fairplay — și ca urmare a dispărut blând... Și acum un An Nou bun. Vom mărșălui în întâmpinarea lui. *It´s a long way to Tipperary, it´s a long way to go.* Din inimă, al tău Wolfgang Pauli."

Desigur că aceste scrisori mai conțineau multe detalii de fizică și matematică, dar ele nu își au locul aici.

Câteva săptămâni mai târziu, Wolfgang a trebuit să plece în America, unde se obligase să țină prelegeri timp de trei luni. Nu mă încânta deloc că tocmai acum, în faza fierbinte a dezvoltării lucrării noastre, Wolfgang va fi supus influenței pragmatismului lucid american. Am încercat să-l conving să renunțe la această călătorie. Însă planurile

[1] Aluzie la „des pudels Kern", vezi nota anterioară. (*N. t.*)

nu mai puteau fi schimbate. Am mai pregătit o schiță a unui articol pe care urma să-l publicăm împreună și am trimis-o, așa cum e obiceiul, câtorva prieteni fizicieni interesați în mod deosebit de acest domeniu. Apoi Oceanul Atlantic ne-a despărțit, iar scrisorile lui Wolfgang au devenit mai rare. Mi s-a părut că simt în ele o notă de oboseală și resemnare, dar în ceea ce privește conținutul Wolfgang continua să creadă în drumul pe care pornisem. Brusc, mi-a scris în termeni destul de duri că se hotărâse să nu mai continue să colaboreze nici la munca propriu-zisă, nici la publicare. Mi-a mai spus că îi înștiințase pe fizicienii care primiseră prima variantă că acel conținut nu mai corespundea cu părerea lui actuală. Îmi dădea libertate deplină să fac ce vreau cu rezultatele de până atunci. Cu aceasta, comunicarea epistolară dintre noi s-a întrerupt pentru mai multă vreme, iar eu nu am reușit să aflu mai multe de la Wolfgang despre schimbarea lui de atitudine. Presupuneam că ceea ce făcuse să dispară curajul lui Wolfgang era neclaritatea întregii construcții mentale. Dar tot nu puteam înțelege comportamentul lui. Eram desigur conștient de această neclaritate, dar înainte vreme căutasem împreună un drum de ieșire din ceață, iar astfel de situații mie mi se păreau cele mai interesante în cercetare.

L-am întâlnit pe Wolfgang din nou abia la o conferință care a avut loc la Geneva în iulie 1958, unde eu aveam de ținut o prelegere tocmai despre stadiul analizei noastre privind acea ecuație de câmp. Wolfgang s-a manifestat aproape dușmănos față de mine. A criticat detalii ale analizei noastre chiar și în punctele unde mi se părea a fi cu totul nemotivat și nu am reușit să-l conving să discutăm în profunzime despre aceste probleme. Câteva săptămâni mai târziu ne-am reîntâlnit pentru ceva mai multă vreme la Varenna, pe malul lacului Como. Acolo se țin în mod regulat școli de vară, într-o vilă din grădina căreia privirea poate cuprinde o mare parte a lacului din mijloc, și, întrucât de această dată tema era fizica particulelor elementare, Wolfgang și cu mine făceam parte dintre invitați. De data aceasta Wolfgang se comportă față

de mine din nou prietenos, aproape ca pe vremuri. Dar într-un fel devenise alt om. De multe ori ne-am plimbat de-a lungul zidului de piatră înconjurat de trandafiri care despărțea parcul de lac sau am stat pe o bancă între flori și am privit dincolo de întinderea albastră de apă crestele munților. Wolfgang a început iar să vorbească despre speranțele noastre comune:

„Cred că e bine că tu lucrezi în continuare la problemele astea. Știi și tu cât mai este de făcut în acest domeniu, iar în timp se vor face progrese. Poate că lucrurile stau cu adevărat așa cum am sperat noi, poate că ai de fapt dreptate cu optimismul tău. Dar eu nu mai pot să particip. Forțele mele nu mai sunt suficiente pentru asta. De Crăciun, credeam încă să mă pot lansa cu toată puterea, ca pe timpuri, în lumea aceasta a unor probleme cu totul noi. Dar lucrurile nu mai stau așa. Poate că ai să reușești tu, poate colaboratorii tăi mai tineri. Se pare că ai câțiva fizicieni tineri excelenți la Göttingen, la institutul tău. Pentru mine acum e prea greu și trebuie să accept lucrul ăsta."

Am încercat să-l consolez pe Wolfgang. Poate că este doar un pic decepționat că lucrurile nu au mers atât de repede cum sperase el de Crăciun și, dacă se apucă de lucru, curajul îi va reveni. Dar el nu era de acord.

A spus doar: „Nu, cu mine lucrurile stau cu totul altfel decât înainte".

Elisabeth, care mă însoțise la Varenna, și-a exprimat odată marea îngrijorare cu privire la starea sănătății lui Wolfgang. Ea avea impresia că Wolfgang este grav bolnav. Dar eu nu puteam vedea acest lucru. Plimbările făcute împreună în parc la Varenna au fost ultima mea întâlnire cu Wolfgang. Către sfârșitul anului 1958 am primit știrea înspăimântătoare că Wolfgang a murit în urma unei operații de urgență. Nu mă îndoiesc că începutul bolii sale a coincis cu acele săptămâni în care renunțase la speranța desăvârșirii teoriei particulelor elementare. Dar nu știu care a fost cauza și care efectul.

20

PARTICULE ELEMENTARE ȘI FILOZOFIE PLATONICIANĂ (1961–1965)

Institutul de fizică și astrofizică din cadrul Societății Max Planck, pe care îl organizasem după război împreună cu colaboratorii mei la Göttingen, s-a mutat în toamna anului 1958 la München și astfel a început o nouă etapă în viața noastră. În clădirea modernă și spațioasă a institutului, construit după planurile unui vechi prieten din mișcarea de tineret, Sep Ruf, în nordul orașului, la marginea Grădinii Engleze, o nouă generație de tineri fizicieni preluase problemele care apăruseră în dezvoltarea științei noastre. Un interes special pentru teoria unitară a câmpului particulelor elementare manifesta Hans-Peter Dürr, care, crescut în Germania, își făcuse studiile științifice în Statele Unite ale Americii și, după o perioadă mai lungă petrecută ca asistent al lui Edward Teller în California, dorea să lucreze din nou în Germania. Probabil că auzise de la Teller despre fostul nostru cerc de la Leipzig, iar la München putea relua contactele cu tradiția aceea prin discuții cu Carl Friedrich, care venea în mod regulat câteva săptămâni în fiecare toamnă la noi la institut pentru a nu lăsa să se rupă firele dintre filozofie și fizică. Așa se face că teoria unitară a câmpului, în aspectele ei fizice și filozofice, a devenit deseori tema discuțiilor purtate în trei, de Carl Friedrich, Dürr și de mine în biroul meu de la institut. Redau aici una dintre aceste discuții, ca exemplu pentru multe altele asemănătoare.

Carl Friedrich: „Ați mai avansat de anul trecut cu teoria voastră unitară a câmpului? Nu vreau să încep

imediat cu întrebările filozofice, care mă interesează în fond cel mai mult. Dar, înainte de toate, o asemenea teorie este fizică zdravănă. Trebuie ori să fie confirmată de experimente, ori să fie infirmată. Așadar, există în acest sens progrese despre care îmi puteți povesti? În mod special aș vrea să știu dacă ați găsit ceva nou în legătură cu tema lui Pauli «diviziune și reducere a simetriei»."

Dürr: „Credem că acum am înțeles diviziunea, cel puțin în cazul simetriei dreapta-stânga. Ea apare în realitate din faptul că în teoria relativității trebuie să existe pentru masa particulei elementare o ecuație pătratică admițând două soluții. Dar reducerea simetriei este și mai interesantă. Acolo par să fie implicate conexiuni foarte generale și importante, care până acum nu au fost luate în considerare. Dacă o proprietate de simetrie strictă a legilor naturii apare în spectrul particulelor elementare numai cu abateri, motivul nu poate fi decât acela că lumea, sau cosmosul, sau fundamentul unic din care sunt create particulele elementare este mai puțin simetric decât legile naturii. Acest lucru e în orice caz posibil și e în acord cu ecuația de câmp. Dacă aceasta este situația, atunci concluzia necesară pare a fi — nu vreau să fac acum demonstrația — că trebuie să existe forțe cu rază de acțiune mare sau particule elementare cu masă de repaus neglijabilă. Probabil că electrodinamica poate fi înțeleasă în acest fel. Și gravitația s-ar putea să fie creată în același fel, iar speranța noastră este că aici putem găsi legătura cu punctul de la care Einstein voia să pornească elaborarea teoriei unitare a câmpului și a cosmologiei lui."

Carl Friedrich: „Dacă v-am înțeles bine, atunci porniți de la premisa că forma cosmosului nu este încă determinată univoc de ecuația de câmp. Ar putea așadar să existe diferite forme ale cosmosului care sunt compatibile cu ecuația de câmp. Asta ar însemna că teoria conține un element de contingență, ceea ce înseamnă că în această teorie joacă un rol întâmplarea sau, mai bine spus, evenimentul unic ce nu mai poate fi explicat. Din punctul de vedere al fizicii de până acum, acest lucru nici nu este

de mirare, căci nici în cadrul ei condițiile inițiale nu sunt determinate de legile naturii, ele sunt contingente, ceea ce înseamnă că ar putea fi și altfel. Și o privire asupra formei de astăzi a cosmosului, asupra nenumăratelor lui Căi Lactee, cu o distribuție în cea mai mare parte dezordonată de stele și sisteme stelare, aproape că ne obligă să gândim că ar putea arăta și altfel, ceea ce înseamnă că mulțimea stelelor, pozițiile lor, numărul și mărimea Căilor Lactee ar putea avea și valori puțin diferite, fără ca aceasta să fie o lume cu alte legi ale naturii. Din fericire însă, când e vorba de spectrul particulelor elementare, nu au importanță detaliile relațiilor cosmice. Dar părerea dumneavoastră este că proprietățile generale ale cosmosului acționează totuși asupra acestui spectru. Asemenea proprietăți generale ar putea fi eventual reprezentate, la fel ca în teoria generală a relativității, cu ajutorul unor modele simplificate ale cosmosului, iar ecuația de câmp care stă la baza lui ar permite existența anumitor modele, și nu a altora. Spectrul particulelor elementare ar putea arăta diferit pentru fiecare dintre aceste modele posibile. Atunci ați putea trage concluzii în sens invers despre simetriile cosmosului din spectrul particulelor elementare."

Dürr: „Da, exact asta e speranța noastră. De pildă, acum câtva timp făcusem niște presupuneri despre proprietățile de simetrie care au fost infirmate de experimente noi cu anumite particule elementare, iar atunci am găsit alte presupuneri posibile, care se potrivesc cu rezultatele experimentale. Acum se pare că întreaga electrodinamică ar putea fi înțeleasă pe baza asimetriei lumii în raport cu înlocuirea protonului cu neutronul și, mai general, în raport cu grupul izospin. Aici, teoria unitară a câmpului este de pe acum suficient de flexibilă pentru a așeza la locul lor, în conexiunea generală, fenomenele observate."

Carl Friedrich: „Dacă urmăm continuare această direcție, ajungem la o întrebare foarte interesantă și foarte dificilă. Cred că în domeniul contingentului trebuie să facem o distincție fundamentală între unic și întâmplător.

Cosmosul nu există decât o dată. Așadar, la început apar decizii unice privind proprietățile de simetrie ale cosmosului. Mai târziu se formează multe Căi Lactee și multe stele, proces în care sunt luate iar și iar decizii de același tip, pe care într-un anume sens le putem numi întâmplătoare, tocmai datorită numărului mare și a repetabilității lor. Abia aici intră în funcțiune regulile frecvențelor din mecanica cuantică. Desigur că folosirea conceptului de timp în expresii ca «la început» și «mai târziu» este problematică, întrucât însuși conceptul de timp capătă un sens clar de-abia prin modelul de cosmos. Dar poate că acum e bine să nu vorbim despre asta. Și legile naturii însele sunt atunci decizii unice stabilite de la bun început, legi pe care voi vreți să le descrieți cu ecuația voastră de câmp. Pentru că ne putem întreba de ce legile naturii au această formă și nu alta, la fel cum ne putem întreba de ce cosmosul are aceste proprietăți de simetrie și nu altele. Poate că asemenea întrebări nu au răspuns. Dar pe mine nu mă mulțumește să accept pur și simplu ecuația de câmp, chiar dacă prin înalta ei simetrie și prin simplitatea ei este privilegiată în raport cu toate celelalte forme posibile. Poate că, prin procesul de diviziune și reducere a simetriei al lui Pauli, ecuația voastră de câmp capătă o semnificație mai adâncă."

Am răspuns: „Nu vreau să exclud această posibilitate, dar deocamdată doresc să subliniez și mai mult unicitatea acestor prime decizii. Aceste decizii stabilesc simetrii o dată pentru totdeauna, ele creează forme care determină în cea mai mare parte tot ce se va întâmpla ulterior. «La început a fost simetria», aceasta este cu siguranță mai adevărat decât teza lui Democrit: «La început a fost particula». Particulele elementare întrupează simetriile, sunt reprezentările lor cele mai simple, dar nu sunt decât o consecință a simetriilor. În evoluția cosmosului, întâmplarea intră abia mai târziu în joc. Dar și întâmplarea se supune formelor create la început, ea se supune legilor frecvențelor din mecanica cuantică. În evoluția mai târzie, care

devine din ce în ce mai complicată, acest joc se poate repeta. Din nou pot fi create prin decizii unice forme care determină în cea mai mare parte tot ce se va întâmpla ulterior. Așa se pare că s-au întâmplat lucrurile la crearea ființelor vii. Iar eu găsesc că descoperirile biologiei moderne sunt extrem de interesante. Condițiile geologice și climaterice de pe planeta noastră au făcut posibilă o chimie complicată a carbonului, care permite existența unor lanțuri moleculare în care informația poate fi stocată. Acizii nucleici s-au dovedit a fi un loc de stocare adecvat informațiilor privind structura ființelor vii. În acest punct s-a luat o decizie unică, s-a creat o formă care determină întreaga evoluție biologică ulterioară. În această evoluție târzie întâmplarea joacă din nou un rol important. Dacă pe o planetă dintr-un alt sistem solar ar fi îndeplinite aceleași condiții climaterice și geologice ca pe planeta noastră și dacă și acolo chimia carbonului ar permite formarea unor lanțuri de acizi nucleici, atunci nu putem presupune că acolo au apărut exact aceleași ființe vii ca la noi, pe Pământ. Dar vor fi formate după aceeași structură de bază a acizilor nucleici. Făcând această constatare, nu pot evita să mă gândesc la știința naturii a lui Goethe, care voia să deducă toată botanica din planta primordială. Planta primordială trebuia să fie un obiect, dar în același timp să reprezinte structura de bază, conform căreia sunt alcătuite toate plantele. În acest sens goethean, am putea spune că acidul nucleic este ființa vie primordială, pentru că este și el pe de o parte obiect, iar pe de alta structură de bază pentru întreaga biologie. Dacă vorbim în felul acesta, suntem în plină filozofie platoniciană. Particulele elementare pot fi comparate cu corpurile regulate din dialogul *Timaios* al lui Platon. Ele sunt imaginile primordiale, sunt ideea de materie. Acidul nucleic este ideea de ființă vie. Aceste imagini primordiale determină tot ce va avea loc ulterior. Ele sunt reprezentanții ordinii centrale. Și chiar dacă mai târziu, în evoluția multitudinii de forme, întâmplarea joacă un rol important, s-ar putea totuși

ca și această întâmplare să fie cumva legată de ordinea centrală."

Carl Friedrich: „Mă nemulțumește folosirea aici a cuvântului «cumva». Ai putea explica mai exact ce vrei să spui? După părerea ta această întâmplare este complet lipsită de sens? Nu face decât să îndeplinească ceea ce formulează matematic legile mecanicii cuantice despre frecvența evenimentelor? Din cuvintele tale rezultă că ai crede că e posibilă, dincolo de toate acestea, o legătură cu întregul, despre care s-ar putea spune că ar conferi un sens evenimentului izolat."

Dürr: „Orice abatere de la regulile frecvențelor din mecanica cuantică ar face de neînțeles faptul că fenomenele se încadrează altminteri în cadrul dat de teoria cuantică. De aceea, asemenea abateri nu ar trebui considerate în nici un caz, conform experiențelor de până acum, a fi posibile. Dar probabil că dumneavoastră nici nu v-ați gândit la asta. Întrebarea se referă probabil la evenimente sau decizii care sunt, conform structurii lor, unice, la care așadar nu este vorba de frecvențe. Dar cuvântul «sens», pe care l-ați folosit în formularea dumneavoastră, face ca această întrebare să devină inaccesibilă pentru științele naturii."

Aici s-a oprit convorbirea noastră în ziua aceea. Dar am continuat câteva zile mai târziu, iar eu am participat mai mult ascultând. La Institutul Max Planck pentru etologie, care se afla pe malul unui mic lac înconjurat de păduri, în zona de dealuri dintre lacurile Starnberg și Ammer, Konrad Lorenz[1] și Erich von Holst[2], împreună cu colaboratorii lor, se dedicau cercetării comportamentului animalelor din acea zonă. Ei vorbeau cu vitele — așa sună titlul uneia dintre cărțile lui Lorenz —, vorbeau

[1] Konrad Lorenz (1903–1989), zoolog austriac, unul dintre fondatorii etologiei. În 1973 a primit Premiul Nobel pentru medicină. (*N. t.*)

[2] Erich von Holst (1908–1962), fiziolog comportamental german. (*N. t.*)

cu păsările și cu peștii. La acest institut avea loc în fiecare toamnă un colocviu la care biologi, filozofi, fizicieni și chimiști discutau mai ales despre probleme de teoria cunoașterii în biologie. Era numit într-un mod cam superficial și simplificator „colocviul corp-suflet". La aceste discuții luam parte uneori, cel mai adesea numai ca spectator, pentru că știam mult prea puțin despre biologie. Dar încercam să învăț din discuțiile biologilor. Îmi aduc aminte că în ziua aceea era vorba despre teoria lui Darwin în formularea ei modernă: „Mutații întâmplătoare și selecție". În argumentarea acestei teorii a fost prezentată următoarea comparație: apariția speciilor are loc probabil în mod asemănător cu apariția uneltelor omului. Astfel, pentru deplasarea pe apă a fost inventată mai întâi barca cu vâsle, iar țărmurile lacurilor și ale mărilor au fost populate cu bărci cu vâsle. Apoi, un om oarecare a avut ideea să folosească puterea vântului cu ajutorul velelor, și astfel bărcile cu vele au înlocuit bărcile cu vâsle pe cele mai multe întinderi mari de apă. În sfârșit, a fost construit vaporul cu aburi, iar vapoarele au înlocuit bărcile cu vele pe toate mările. În domeniul tehnicii, care se dezvoltă continuu, rezultatele unor experimente nesatisfăcătoare sunt eliminate foarte repede. Bunăoară, în tehnica de iluminat, lampa Nernst a fost imediat eliminată de becul electric. Asemănător trebuie să ne închipuim și procesul de selecție între diferitele specii vii. Mutațiile au loc pur întâmplător, așa cum ne învață și mecanica cuantică, iar procesul de selecție elimină cele mai multe dintre aceste încercări. Rămân astfel doar puține forme, și anume cele mai bine adaptate la condițiile mediului exterior.

Gândindu-mă la această comparație, am remarcat că procesul descris pentru tehnică se deosebește de teoria darwinistă într-un punct esențial, și anume acolo unde în teoria lui Darwin apare întâmplarea. Diferitele invenții umane nu apar din întâmplare, ci din intenția și din gândurile omului. Am încercat să-mi închipui ce ar ieși dacă am lua această comparație mai în serios decât se

intenționase aici, și ce ar trebui atunci să apară în locul întâmplării darwiniste. Putem să dăm vreun sens aici conceptului de „intenție"? De fapt, nu înțelegem ce se spune prin cuvântul „intenție" decât în legătură cu omul. La nevoie, putem accepta că un câine care sare pe masa din bucătărie are „intenția" să mănânce cârnatul. Dar are cumva un bacteriofag care se apropie de o bacterie „intenția" să pătrundă în acea bacterie pentru a se înmulți acolo? Și dacă în acest caz mai suntem dispuși să spunem „da", atunci mai putem să-i acordăm structurii genetice intenția de a se schimba în așa fel încât să fie mai bine adaptată condițiilor de mediu? Evident, aici se abuzează de cuvântul „intenție". Dar am putea alege o formulare mai prudentă a întrebării: posibilul, adică scopul de atins, poate oare influența desfășurarea cauzală? Cu aceasta aproape că ne aflăm din nou în cadrul mecanicii cuantice. Pentru că funcția de undă din teoria cuantică reprezintă posibilul și nu factualul. Cu alte cuvinte: poate că întâmplarea, care joacă un rol atât de important în teoria lui Darwin, este, tocmai pentru că se supune legilor mecanicii cuantice, ceva mult mai subtil decât ne închipuim la o primă analiză.

Acest lanț de gânduri a fost întrerupt de apariția în discuție a unor diferențe de opinie notabile privind importanța mecanicii cuantice în biologie. Asemenea opinii contrarii se explică în general prin faptul că cei mai mulți biologi, deși sunt dispuși să accepte că existența atomilor și a moleculelor nu poate fi înțeleasă decât cu ajutorul mecanicii cuantice, vor să reprezinte elementele constitutive ale chimiștilor și biologilor, adică atomii și moleculele, ca obiecte ale fizicii clasice, adică să opereze cu ele ca și cum ar fi pietre sau fire de nisip. O asemenea metodă poate chiar să conducă deseori la rezultate corecte, dar, dacă trebuie să procedezi mai exact, trebuie recunoscut că structura conceptuală a teoriei cuantice este totuși mult diferită de cea a fizicii clasice. De aceea, dacă raționezi folosind conceptele fizicii clasice, poți ajunge

uneori la rezultate complet false. Dar nu voi relata aici această parte a discuției de la „colocviul corp-suflet".

La institutul meu din München se formase un grup de tineri fizicieni care lucrau constant la problemele puse de teoria unitară a câmpului particulelor elementare. Controversele furtunoase, care ne ținuseră sub tensiune în primii ani, dispăruseră de mult, lăsând locul unui mod de abordare mai liniștit. Acum era important să pătrundem în miezul teoriei pas cu pas și să încercăm să găsim o imagine coerentă a fenomenelor izolate, atât cât era posibil. Experimentele care se făceau la marile acceleratoare de la Geneva și de la Brookhaven procurau noi informații privind spectrul particulelor elementare și trebuia văzut dacă aceste rezultate se potriveau cu afirmațiile teoriei. Pe măsură ce, de-a lungul anilor, teoria unitară de câmp căpăta astfel o formă fizică solidă, creștea interesul lui Carl Friedrich pentru întemeierea filozofică a acestei teorii. Vechea temă a lui Pauli, „diviziune și reducere a simetriei", nu era încă nici pe departe epuizată. Exemplul simetriei dreapta-stânga, discutat de Dürr, fusese numai un caz particular, la care abia puteau fi recunoscute trăsăturile esențiale ale problemei. Acum Carl Friedrich se străduia cu toată seriozitatea să ajungă la rădăcinile acestei problematici.

În acei ani, deseori discuțiile noastre aveau loc la Urfeld. Vremurile deveniseră pentru noi mai pașnice și mai liniștite, așa că ne puteam retrage mai des, la sfârșitul săptămânii sau în lunile libere, la noi, pe malul lacului Walchen. Stând în fața casei pe terasă vedeam lacul și munții strălucind în culorile care îl entuziasmaseră pe Lovis Corinth cu 40 de ani în urmă, determinându-l să picteze, și numai rareori îmi trecea prin fața ochilor cealaltă imagine, cea din ultimele zile de război: colonelul american Pash e cu pistolul-mitralieră în poziția de tragere în spatele zidului terasei, de pe stradă se aud împușcături, iar copiii trebuie să aștepte în pivniță, în spatele sacilor cu nisip. Dar vremurile tulburi trecuseră, iar noi puteam

medita în liniște la marile întrebări pe care le pusese Platon și care poate că acum, în fizica particulelor elementare, își găseau răspunsul.

Carl Friedrich, aflat în vizită la noi, mi-a explicat ideile de bază ale încercării sale: „Orice reflecție asupra naturii trebuie inevitabil să descrie în mișcarea ei mari cercuri sau spirale, pentru că putem înțelege ceva despre natură numai în măsura în care reflectăm asupra ei, iar noi, cu întreg comportamentul și gândirea noastră, suntem produsul istoriei naturii. Așa încât, în principiu, am putea începe de oriunde. Dar gândirea noastră este astfel construită încât se cuvine să începem cu ce este mai simplu, iar ce este mai simplu e o alegere: da sau nu, a fi sau a nu fi, bine sau rău. Atâta vreme cât înțelegem alegerea din perspectiva vieții de zi cu zi, din ea nu mai rezultă nimic. Dar din mecanica cuantică noi știm că în cazul unei alegeri nu există numai răspusurile da sau nu, ci și alte răspunsuri, complementare, în care se stabilește o probabilitate pentru da sau pentru nu și, în plus, are loc o interferență între da și nu, fapt extrem de semnificativ. Există așadar un spectru continuu de răspunsuri posibile. Matematic, este vorba despre grupul continuu al transformărilor liniare a două variabile complexe. În acest grup este deja conținut grupul Lorentz din teoria relativității. Când ne întrebăm despre unul dintre răspunsurile posibile dacă este corect sau nu, atunci ne punem de fapt întrebări despre un spațiu care e deja înrudit cu continuumul spațiu-timp al lumii reale. Vreau astfel să încerc să dezvolt structura de grup pe care ați stabilit-o voi cu ecuația de câmp și care subîntinde într-un anume sens lumea, prin suprapunerea alternativelor."

Am intervenit: „Pentru tine este așadar important că diviziunea de care vorbea Pauli nu e o diviziune în sensul logicii aristotelice, ci că aici intervine în mod decisiv complementaritatea. Diviziunea în sensul lui Aristotel ar fi de fapt, cum scria Pauli, un atribut al diavolului, ea ar duce, prin repetări succesive, doar la haos. Dar a treia

posibilitate, care a apărut odată cu complementaritatea din mecanica cuantică, poate fi rodnică și ne poate conduce, prin repetare, în spațiul lumii reale. Într-adevăr, numărul «trei» este legat în vechea mistică de principiul divin. Ca să nu ne întoarcem până la mistică, ne-am putea gândi și la cei trei pași ai lui Hegel: teză-antiteză-sinteză. Sinteza nu poate fi doar un amestec, un compromis între teză și antiteză, ci ea devine rodnică numai dacă prin legătura dintre teză și antiteză se creează ceva calitativ nou."

Carl Friedrich nu era decât pe jumătate mulțumit: „Da, acestea sunt gânduri filozofice foarte generale, dar eu vreau să înțeleg mai exact. Sper de fapt că în felul acesta se poate ajunge chiar la legile reale ale naturii. Ecuația voastră de câmp, despre care încă nu se știe sigur dacă reprezintă corect natura, arată ca și cum ar putea rezulta din această filozofie a alternativelor. Dar până la urmă acest lucru trebuie demonstrat cu acel grad de rigoare care se întâlnește în matematică."

Am intervenit: „Așadar, tu vrei să construiești particulele elementare și cu ele în cele din urmă lumea, la fel cum voia Platon să-și construiască corpurile regulate — și cu ele lumea — din triunghiuri. Alternativele sunt în aceeași măsură materie ca și triunghiurile lui Platon din *Timaios*. Dar, dacă așezi la bază logica teoriei cuantice, atunci alternativa este o formă fundamentală din care rezultă, prin repetiție, forme fundamentale mai complicate. Dacă te-am înțeles bine, drumul ar trebui să ducă de la alternative la un grup de simetrie, adică la o proprietate. Reprezentanții uneia sau mai multor proprietăți sunt formele matematice care descriu particulele elementare; sunt, ca să spunem așa, ideile de particule elementare, cărora în cele din urmă le corespunde obiectul particulă elementară. Această construcție generală mi se pare întru totul inteligibilă. Și desigur că alternativa este o structură mult mai fundamentală a gândirii noastre decât triunghiul. Dar înfăptuirea riguroasă a acestui program mi se pare deosebit de dificilă. Pentru că va cere

un mod de a gândi la un nivel de abstracție cum nu a fost folosit niciodată până acum, cel puțin în fizică. Pentru mine ar fi desigur prea greu. Dar generația mai tânără gândește abstract cu mai multă ușurință. Așadar trebuie să încerci asta neapărat cu colaboratorii tăi."

Aici a intervenit Elisabeth, care urmărise discuția de la distanță: „Chiar credeți că puteți trezi interesul tinerei generații pentru asemenea probleme dificile legate de marea conexiune? Dacă pornesc de la ceea ce povestiți uneori despre marile centre de cercetare de aici sau din America, atunci mi se pare că interesul, mai ales la generația tânără, se îndreaptă aproape exclusiv spre detalii, de parcă marile conexiuni ar reprezenta un fel de tabu. Nu trebuie să vorbești despre ele. Oare în acest caz lucrurile nu seamănă cu situația astronomiei de la sfârșitul Antichității, când se considera că e suficient să calculezi următoarele eclipse de soare sau de lună cu ajutorul unor cicluri și epicicluri suprapuse, uitând de sistemul planetar heliocentric al lui Aristarh? Nu e cu putință oare ca interesul pentru întrebările voastre generale să se stingă cu totul?"

Dar eu nu voiam să fiu atât de pesimist în această privință și am contrazis-o: „Interesul pentru detalii e bun și necesar, fiindcă în cele din urmă vrem să știm cum stau cu adevărat lucrurile. Îți amintești că și Niels cita cu plăcere mereu versul «Numai plenitudinea duce la claritate». Nici ideea de tabu nu mă nemulțumește. Pentru că un tabu nu urmărește interdicția de a vorbi despre un lucru, ci vrea să apere acel lucru de trăncăneala și bătaia de joc a celor mulți. Dintotdeauna tabuurile au apărut după cum scria Goethe: «Nu spune nimănui, în afara înțelepților, pentru că mulțimea își bate joc imediat...» Așadar, nu trebuie să ne ferim de tabuuri. Vor exista mereu oameni tineri care se vor gândi și la marile conexiuni, fie și numai pentru că doresc să fie cinstiți până la capăt, iar atunci nici nu contează cât de mulți sunt."

Cine meditează asupra filozofiei lui Platon știe că lumea este determinată de imagini. De aceea, voi încheia relatarea acestor discuții cu o imagine care mi s-a întipărit în memorie ca semn al anilor târzii de la München. Am plecat în patru, Elisabeth, cei doi fii mai mari ai noștri și cu mine, printre poienile pline de flori în zona dealurilor dintre lacurile Starnberg și Ammer spre Seewiesen, pentru a-i face o vizită lui Erich von Holst, la Institutul Max Planck pentru Etologie. Erich von Holst nu era numai un biolog excepțional, ci și un bun violist și lutier, și doream să-i cerem sfatul în legătură cu un instrument muzical. Fiii noștri, pe atunci studenți, își aduseseră cu ei vioara și violoncelul, în cazul în care s-ar fi ivit prilejul de a face muzică. Von Holst ne-a arătat noua lui casă, pe care o plănuise și o aranjase cu gust artistic și foarte viu, în cea mai mare parte prin munca lui, și ne-a condus într-o sufragerie spațioasă unde lumina acestei zile însorite pătrundea cu toată puterea prin ferestrele și ușile larg deschise. Dacă priveai afară, vedeai fagi de un verde deschis sub un cer albastru intens, pe care se profilau, în zbor, siluetele păsărilor institutului Seewiese. Erich von Holst își aduse viola, se așeză între cei doi tineri și începu să cânte împreună cu ei acea serenadă în re major de tinerețe a lui Beethoven, din care se revarsă forța vieții și bucuria, iar încrederea în ordinea centrală învinge descurajarea și oboseala. Ascultând-o, în mine creștea certitudinea că toate vor continua, măsurate în cadențe umane: viața, muzica, știința. Chiar dacă fiecare dintre noi nu putem să participăm decât pentru scurtă vreme — după cum spunea Niels, mereu în același timp spectatori și actori — la marea dramă a vieții.

APOLOGIA LUI HEISENBERG

Mircea Flonta

Mulți cititori cu formație umanistă, îndeosebi cei cu preocupări literare și artistice, se pot întreba ce are de spus un cercetător al naturii publicului care nu se interesează de știință. Scepticismul lor va fi susținut de supoziția că omul de știință este până la urmă un expert, ca oricare altul. Nu se vede ce relație poate să existe între experiențele unei cariere de vârf în cercetarea naturii și acel orizont de întrebări și reflecții care constituie punctul de convergență al intereselor tuturor oamenilor instruiți. Supoziția tacită care susține indiferența suverană a unei părți a publicului cult față de evoluțiile care au loc în știința exactă este că acestea nu ar avea o incidență semnificativă asupra orientării fundamentale a gândirii și acțiunii noastre. Cartea de față este una din cele care sunt în măsură să zdruncine asemenea prejudecăți.

Autorul ei, Werner Heisenberg, s-a născut în anul 1901, aproape odată cu noul secol. Un secol în care oamenii cei mai luminați din vechile generații și-au pus mari speranțe. Nu fără temeiuri. De treizeci de ani în Europa nu se mai înregistrase nici un conflict major. Orizontul minții omenești se lărgea continuu prin acumularea treptată, dar într-un ritm tot mai susținut, de noi cunoștințe. Știința naturii genera tehnologii care satisfăceau mai bine și mai economicos nevoile oamenilor. De dezvoltarea științei și tehnicii erau legate, pe atunci, numai promisiuni de mai bine. Încrederea în viitor pe care o întreținea ideologia modernă a progresului părea mai justificată ca oricând.

Departe de a avea parte de acele vremuri mai pașnice, mai senine pe care le așteptau părinții și bunicii, generația lui Heisenberg a trăit poate epoca cea mai dramatică a istoriei moderne, o epocă ce a întrecut prin proporțiile distrugerii și amploarea cruzimii cele mai întunecate episoade ale trecutului. A fost epoca marcată de ascensiunea, ce părea de neoprit, a unor regimuri politice care au nesocotit și au suprimat în mod brutal tot ce se câștigase în privința respectului pentru demnitatea ființei umane, a toleranței, a șanselor de dezvoltare liberă a individualității. Au fost provocate și amplificate conflicte care au dus la masacrarea pe motive rasiale, de stare socială, ideologice și politice a zeci de milioane de oameni, la distrugerea vieții unui număr și mai mare de familii. Heisenberg a fost adolescent în anii Primului Război Mondial, a cunoscut în tinerețe privațiunile epocii postbelice și apoi delirul naționalist, antisemit și xenofob pe care l-a stârnit național-socialismul, a trăit în anii deplinei maturități catastrofa celui de-al Doilea Război Mondial, iar la bătrânețe epoca Războiului Rece.

Ceea ce a conferit vieții sale o notă suplimentară de dramatism a fost calitatea de cercetător de vârf în științele naturii. Din punctul de vedere al amplorii și profunzimii schimbărilor pe care le-a cunoscut, știința fizicii a parcurs, începând din primii ani ai secolului, o perioadă unică a istoriei sale, inaugurată prin opera lui Kepler, Galilei și Newton. Astăzi se poate vedea mai clar că pentru o minte cu acele însușiri și înclinații care au distins-o pe cea a lui Heisenberg a fost o șansă extraordinară ca tocmai în primii ani ai carierei sale domeniul în care a fost activ să se găsească într-unul din acele momente rare în care inițiative din cele mai îndrăznețe sunt nu numai posibile, ci și bine-venite. A fost mai tânăr decât Newton și chiar decât Einstein când, în anii 1925–1927, a adus contribuții care au consacrat pentru totdeauna numele lui în istoria științei naturii. Ca și destinul lui Einstein, destinul lui Heisenberg a fost pecetluit de realizările sale științifice epocale.

Înzestrat cu un spirit deschis spre largi orizonturi, a fost în mod firesc tentat să reflecteze asupra a ceea ce fizica atomului a schimbat nu numai în imaginea asupra naturii și a științei exacte, dar și în înțelegerea vieții omenești. Heisenberg a împărtășit convingerea lui Einstein și a mentorului său Niels Bohr că filozofia științei trebuie să fie făcută în primul rând de cei care produc știința. Iar ca unul din liderii general recunoscuți ai unui domeniu de cercetare cu un potențial excepțional de inovație tehnologică, Heisenberg nu s-a putut sustrage obligației de a lua poziție în probleme cu grave implicații pentru viitorul lumii civilizate. A fost conștient că istoria îl va reține și îl va judeca în trei ipostaze: cea de cercetător al naturii, de gânditor și de actor pe marea scenă a istoriei.

În anii săi mai târzii, Heisenberg nu a dorit doar, ca atâtea personalități de primă mărime, să lase o mărturie despre modul cum s-a văzut pe sine în aceste ipostaze. El își dădea seama că aprecierea universală a însemnătății contribuțiilor sale științifice se află într-un anumit contrast cu judecăți foarte diferite asupra unora din ideile sale și îndeosebi asupra unora din acțiunile sale. Această carte este mai mult decât o carte de amintiri, adică o scriere în care sunt schițate portretele unor oameni remarcabili care i-au fost apropiați autorului, sunt evocate într-un mod personal epoci apuse. Cu deosebire în ceea ce privește modul de a gândi care l-a condus în creația lui științifică și la decizii care i-au marcat viața, Heisenberg a resimțit nevoia puternică și urgentă de a se face mai bine înțeles. A dorit să contribuie la o mai bună clarificare a ceea ce a deosebit modul în care a văzut cunoașterea fizică de cel al unor contemporani ca Albert Einstein sau Erwin Schrödinger sau de cel al unor lideri ai comunității fizicienilor atomiști din cea de-a doua jumătate a secolului. A dorit să se explice în ceea ce privește relațiile sale cu regimul național-socialist și, în primul rând, în ceea ce privește modul în care a acționat, în anii războiului, în

calitate de conducător al unui proiect al cărui obiectiv era producerea energiei atomice.

Acei cititori care au parcurs o parte din literatura istorico-filozofică mai veche și mai recentă și cu deosebire scrieri istorice în care poziția și activitatea lui Heisenberg în anii național-socialismului, modul cum s-a raportat el ulterior la ele, sunt judecate aspru, vor înțelege mai bine cât de imperioasă a putut să fie dorința autorului de a-și justifica deciziile și acțiunile. Cartea de față, care devine acum accesibilă unui cerc larg de cititori datorită străduaniei unei fiziciene al cărei tată a făcut doctoratul la Leipzig, sub îndrumarea lui Heisenberg, poate fi citită ca o apologie a autorului. În cele ce urmează, voi încerca să-i asist pe cei interesați să o citească din această perspectivă.

Autorul se explică în legătură cu subtitlul cărții. El urmărește să arate cât de importante pot fi discuția și confruntarea pentru a realiza un consens asupra unor noi inițiative științifice, asupra clarificării semnificației lor, în ce fel realizarea unui consens de acest fel este favorizată de apropieri în tendințe și înclinații ale gândirii cercetătorilor din prima linie. Competența de specialitate și buna-credință nu sunt adesea suficiente. Și mai mari vor fi dificultățile și obstacolele care trebuie învinse pentru a se ajunge la un acord în evaluarea implicațiilor etice și politice ale utilizării tehnologice a unor noi rezultate ale cercetării. Dar și în acest caz confruntarea punctelor de vedere poate conduce la unele clarificări. Ce vrea să spună însă titlul, *Partea și întregul*? Se poate presupune că alegând acest titlu Heisenberg și-a propus să indice că axul în jurul căruia se învârt toate temele cărții sale este relația fizicii atomice — partea — cu întregul care este gândirea omului și viața colectivității.

*
* *

Un filozof din vechime spunea că destinul insului este caracterul lui. Într-un fel, viața lui Heisenberg este o

confirmare a acestei reflecții. Logica alegerilor și acțiunilor sale va putea fi mai bine înțeleasă luând în considerare nu numai acele condiții și împrejurări care au acționat adesea drept un cadru constrângător, ci și particularități ale firii sale.

Copilul și tânărul Heisenberg atrăgea atenția prin plăcerea și fervoarea cu care se angaja în exersarea aptitudinilor sale fizice și intelectuale. Cel puțin cele din urmă au fost excepționale. Dar el se angaja cu aceeași ambiție și însuflețire în exerciții ca tenisul de masă, schiul, drumeția sau excursiile pe bicicletă. Unul din îndrumătorii lui de la liceul umanist Maximilian din München nota: „Își atinge performanțele ieșite din comun cu ușurința celui care se joacă; ele nu l-au costat nici o încordare a forțelor... Elevul este de asemenea deosebit de încrezător în capacitățile sale și dorește întotdeauna să strălucească."[1]

Cu rezultate excepționale la științele exacte, tânărul Heisenberg dorea inițial să studieze matematica la Universitatea din München, o instituție pe care tatăl său o servea ca profesor de bizantinistică. A fost respins însă de către severul profesor Ferdinand Lindemann. Independența de spirit a viitorului student, caracterul cuprinzător al intereselor și lecturilor sale, l-au contrariat pe acest matematician purist. A fost probabil un accident cu urmări fericite pentru știință că Heisenberg a ajuns, în acest fel, elevul cunoscutului fizician teoretician Arnold Sommerfeld, profesor al aceleiași universități. Aptitudinile neobișnuite pentru cercetare, dublate de ambiția de a fi mereu cel mai bun, de a se evidenția prin realizări ieșite din comun, au făcut ca studiile sale să nu se desfășoare pe deplin ordonat, într-o înaintare continuă și sistematică. Heisenberg publicase mai multe lucrări științifice înainte de a fi încheiat cele șase semestre de studii necesare pentru susținerea unui doctorat. Max Born, bine-cunoscutul profesor de fizică teoretică de la Göttingen, al cărui colaborator Heisenberg devenise deja la 21 de ani, își amintea: „Iuțeala și precizia lui de necrezut îi permiteau să realizeze fără multă

osteneală un volum de muncă colosal. El și-a încheiat lucrarea de hidrodinamică, cerceta probleme ale fizicii atomice, în parte singur, în parte în colaborare cu mine, și mă ajuta la îndrumarea candidaților la examen."[2] Studentul Heisenberg nu era capabil să se concentreze decât asupra problemelor care îl interesau cu adevărat. În pregătirea lui științifică existau de aceea destule goluri. De exemplu, pe când își pregătea doctoratul în laboratorul de fizică experimentală el a continuat să se ocupe de teme teoretice. Consecința a fost că la examenul de fizică experimentală nu a putut răspunde la nici una din întrebările profesorului Wilhelm Wien. Nota lui la examenul oral de fizică, cea mai mică notă de trecere, a fost rezultatul unui compromis între îndrumătorul său Sommerfeld, care îl socotea un geniu, și Wien, care intenționa să-l pice. Doar la câteva luni după susținerea doctoratului, Heisenberg a obținut docența la Göttingen, sub conducerea lui Born. Într-un referat redactat în sprijinul acordării unei burse pentru privat-docentul său, Born scria, în anul 1925: „Dr. Werner Heisenberg este, în ciuda tinereții sale, deja un cercetător de renume mondial. El și-a confirmat capacitatea excepțională prin numeroase lucrări... Nu cred că spun prea mult dacă îl consider ca având, între toți colegii tineri, pe departe cele mai mari perspective."[3]

Influența decisivă asupra modului în care a văzut Heisenberg fizica și a practicat cercetarea a exercitat-o relația lui strânsă cu marele fizician danez Bohr. În anul 1924, el a ajuns pentru prima dată la Copenhaga. Îndrumat spre fizica atomului de primul său profesor, Sommerfeld, Heisenberg a avut norocul de a lucra în primii ani ai carierei sale științifice în cele trei centre mai importante ale acestui domeniu de cercetare: München, Göttingen și Copenhaga. La bătrânețe îi spunea colaboratorului și prietenului său apropiat, fizicianul și filozoful Carl Friedrich von Weizsäcker: „La Sommerfeld am deprins încrederea, la cei de la Göttingen am învățat matematica, la Bohr fizica."

Heisenberg a avut totodată șansa de a intra cu capacitatea și dorința de a înfăptui lucruri mari într-un domeniu care se afla în acei ani în căutarea unei noi așezări a fundamentelor. Wolfgang Pauli, fizicianul cu spirit critic necruțător, care a fost prietenul de-o viață al lui Heisenberg, cenzorul căruia îi supunea noile sale idei, îi scria, în mai 1925, unui coleg, cu referire la paradoxurile pe care încercau pe atunci fără succes să le depășească cercetătorii fizicii cuantice: „Fizica este momentan într-o stare de deplină confuzie. Pentru mine, cel puțin, ea este prea grea. Aș dori să fiu actor comic sau ceva de acest fel și să nu fi auzit niciodată de fizică." În lumea cercetătorilor interesați de cuante, agitația și efervescența ajunseseră la apogeu. Iată o mărturie hazlie a unui tânăr cercetător din cercul lui Heisenberg, din perioada în care cel din urmă era privat-docent la Göttingen. Acest coleg își amintea că la mesele de prânz modeste pe care le luau într-un local din apropierea Seminarului erau dezbătute neîncetat, cu lipsă totală de moderație și reținere, dilemele științifice ale momentului. Într-o bună zi, patroana localului le-a comunicat că din păcate nu le va mai putea oferi masa, deoarece discuțiile lor au devenit de nesuportat pentru ceilalți clienți.

În această atmosferă de frustrare, dar și de mari speranțe, și-a făcut intrarea tânărul Heisenberg pe marea scenă a cercetării. În anii 1925–1927 el a publicat lucrări care au reprezentat tot atâtea contribuții la așezarea fundamentelor noii mecanici cuantice. Premiul Nobel pentru anul 1932 i-a fost acordat, în formularea Comitetului de la Stockholm, „pentru enunțarea mecanicii cuantice". Prin eforturile unite ale cercetătorilor de la Copenhaga și Göttingen, în primul rând ale lui Bohr, Heisenberg și Born, o perioadă de aproape treizeci de ani de căutări și frământări, care a fost inaugurată prin descoperirea cuantei de acțiune de către Planck, a cunoscut o încheiere relativă prin elaborarea unei teorii care oferea o explicație unitară

și coerentă tuturor efectelor cuantice cunoscute. Creatorii noii teorii, precum și fizicienii care au acceptat-o, au fost de acord că ea reprezintă nu numai un pas important în cunoașterea naturii, dar și baza pentru o regândire și reformulare a principiilor cercetării. Deja în articolul său din anul 1927, intitulat „Despre conținutul intuitiv al cinematicii și mecanicii cuantice", Heisenberg oferea o indicație asupra radicalității reconsiderărilor filozofice la care conduce această nouă teorie a mișcării. Un experiment mintal arată în mod clar că în microcosm nu mai este posibilă determinarea coordonatelor spațiale și a impulsurilor unui mobil cu o precizie oricât de mare. Dacă coordonatele sunt măsurate cu precizie, impulsul devine într-o anumită măsură nedeterminat tocmai datorită intervenției instrumentului de măsurare; reciproca este în egală măsură valabilă. O caracterizare a acestei noi situații a fost dată prin principiul complementarității, formulat de Bohr. Descrierile intuitive corpusculare și ondulatorii ale sistemelor atomice dau socoteală de anumite experimente, dar ele se exclud totodată în mod reciproc. Rezultă că o cunoaștere incompletă a stării unui sistem individual reprezintă o componentă esențială a descrierii mișcării microobiectelor. În articolul lui Heisenberg, consecința filozofică a acestei situații cu totul noi a fost enunțată astfel: „În formularea precisă a legii cauzalității «Dacă cunoaștem cu precizie prezentul, atunci putem calcula viitorul» nu concluzia, ci premisa este falsă. În principiu, nu putem cunoaște prezentul în toate determinările sale."

Ca și mentorul său Bohr, Heisenberg a socotit că un nou mod de a gândi, unul deosebit de cel care a guvernat fizica clasică, este o premisă și, totodată, o consecință a dezvoltării fizicii atomului. Efortul de a-i desluși și de a-i fixa contururile l-a reluat continuu, de-a lungul întregii sale vieți, începând cu textul amintit și sfârșind cu articolul „Ce este o particulă elementară?", care a apărut în anul morții sale, 1976. *Partea și întregul* conține una din contribuțiile cele mai notabile în această privință.

*
* *

Crearea și interpretarea fizicii cuantice a prilejuit, ba chiar a impus, o nouă dezbatere asupra unei teme pe care fizicienii au început să o discute încă din epoca lui Galilei și Newton. Întrebarea era: Ce trebuie să ofere o teorie științifică? Care sunt cerințele pe care trebuie să le îndeplinească o teorie fizică pentru a putea fi apreciată drept satisfăcătoare? Autori ca Galilei, Newton, Helmholtz, Mach, Hertz, Planck, Einstein și alții au oferit răspunsuri mai mult sau mai puțin elaborate la această întrebare. Noua fizică atomică a reprezentat o experiență de cunoaștere cu totul inedită, care a fertilizat reflecția filozofică asupra științei, a făcut posibilă o nouă abordare a discuției asupra semnificației teoriilor fizice.

Toți cunoscătorii erau de acord că o teorie reușită trebuie să ofere modele matematice coerente și consistente pentru un domeniu cuprinzător de fenomene, că ea va trebui să poată fi supusă controlului experienței și să treacă cu succes această probă, în primul rând prin confirmarea experimentală a predicțiilor ei. Raportându-se la acest mod de a gândi pragmatic al unora din colegii săi, Heisenberg va sublinia cu insistență că reușita predicțiilor este o condiție necesară, dar nu și suficientă, pentru a ne declara cu adevărat mulțumiți de o teorie fizică fundamentală. Suntem îndreptățiți să cerem teoriei și altceva, și anume ca ea să ofere o *înțelegere a fenomenelor*. Nu ajunge că modelele matematice conduc la calcularea unor valori care sunt în mod constant în acord cu datele măsurătorilor.

Fizicianul va putea fi satisfăcut dacă are o schemă matematică pe care știe să o folosească pentru corelarea și predicția experimentelor doar ca expert, dar nu ca un om care gândește într-un orizont larg. În această ultimă calitate, el năzuiește să răspundă acelui interes care este și interesul publicului cult pentru știință. Oricât de inaccesibile ar fi pentru profani tehnicile pe care le folosesc

teoreticienii și experimentatorii, cele mai importante rezultate la care ajung în munca lor vor spune ceva despre lumea în care trăim și despre cerințele cunoașterii ei. Heisenberg susținea că înțelegem o teorie fizică atunci când putem răspunde la întrebarea de ce modelele matematice fac posibile în mod sistematic succese predictive. Fizicianul va înțelege atunci când va reuși să găsească noțiunile potrivite pentru descrierea unui anumit domeniu de fenomene, acele noțiuni care explică modul cum se corelează formalismul matematic al teoriei cu datele experimentale. Criteriul cel mai demn de încredere pentru a stabili că anumite noțiuni oferă înțelegere este acela că tocmai ele, și nu altele, permit corelarea consistentă a unei mari varietăți de fenomene aparent disparate. Simplitatea și frumusețea descrierii matematice pe care o fac posibilă reprezintă unul din indiciile fundamentale ale adecvării acestor noțiuni. Este traducerea pe care o dă fizicianul teoretician vechiului dicton că simplitatea este sigiliul adevărului.

Distincția dintre succesul predictiv și înțelegerea pe care o oferă o teorie fizică, distincție pe care Heisenberg punea atâta preț, a fost evidențiată într-un mod exemplar de experiența dezvoltării fizicii cuantice. Într-o primă fază, predicții reușite ale datelor experimentale au fost obținute atât prin utilizarea modelelor matematice ale mecanicii matricilor a lui Born, Heisenberg și Jordan, cât și a celor ale mecanicii ondulatorii a lui Schrödinger. La înțelegere s-a ajuns însă, susține Heisenberg, abia prin elaborarea așa-numitei interpretări de la Copenhaga a mecanicii cuantice. Ideea de bază a acestei interpretări a fost aceea că imaginile intuitive corpusculare sau ondulatorii ale mecanicii clasice sunt în esență inadecvate pentru o descriere unitară a caracteristicilor microobiectelor. Aceste imagini pot reda doar rezultatele diferitelor experimente, dar nu și ceea ce exprimă ecuațiile teoriei. Ecuațiile însele descriu posibilități, și nu realități în sensul fizicii clasice. „Ele reprezintă o tendință a evenimentelor, posibilitatea evenimentelor sau cunoașterea noastră

asupra evenimentelor. Funcția de probabilitate poate fi legată cu realitatea doar atunci când este satisfăcută o condiție esențială, și anume atunci când este realizată o nouă măsurătoare sau observație pentru a fixa o anumită proprietate a sistemului. Abia atunci funcția de probabilitate ne îngăduie să calculăm rezultatul probabil al unei noi măsurători."[4] Prin măsurătoare are loc așadar ceea ce am putea numi transformarea posibilității în realitate. În funcție de caracteristicile dispozitivului experimental, rezultatul va fi exprimat într-un limbaj intuitiv corpuscular sau ondulatoriu. Teoria însăși conține doar enunțuri despre probabilități, despre tendințe, despre ceea ce filozofia aristotelică desemna prin termenul *potentia*. Ceea ce se poate prezice prin teorie este doar probabilitatea unui anumit rezultat experimental. Este o predicție care va putea fi testată repetând de mai multe ori experimentul.

În fizica cuantică, modalitatea descrierii fenomenelor se schimbă, așadar, în mod fundamental. Prin funcția de probabilitate, teoria descrie nu un anumit eveniment, ci o totalitate de evenimente posibile. Legile teoriei nu determină producerea unui anumit eveniment, ci doar probabilitatea producerii lui. Obținerea înțelegerii devine astfel posibilă printr-o schimbare nu numai în conținutul gândirii fizice, ci și în structura ei. Este vorba de o prefacere pe care Heisenberg o prezintă astfel, în cuvintele lui Bohr, care în dialogurile cărții sale pare să dețină rolul pe care îl are Socrate în dialogurile lui Platon: „Se spune mereu că teoria cuantică e nesatisfăcătoare pentru că nu permite decât o descriere dualistă a naturii, prin noțiunile complementare de «undă» și «particulă». Cine a înțeles însă cu adevărat mecanica cuantică nici nu s-ar mai gândi să vorbească aici despre dualism. El va percepe teoria drept o descriere unitară a fenomenelor atomice, care poate apărea în moduri diferite numai acolo unde este tradusă în limbajul natural, când este aplicată experimentelor. Teoria cuantică este de aceea un exemplu minunat pentru situația în care un ansamblu de fapte e înțeles cu toată claritatea, și totuși nu putem vorbi despre

aceste fapte decât în imagini și parabole. Imaginile și parabolele sunt aici în esență conceptele clasice, deci și «undă», și «corpuscul». Ele nu se potrivesc întocmai cu lumea reală, în plus relația dintre ele este complementară, și de aceea se contrazic. Cu toate acestea, deoarece în descrierea fenomenelor trebuie să rămânem în cadrul limbajului natural, nu ne putem apropia de starea de lucruri reală decât cu ajutorul acestor imagini."

Dacă ne întrebăm de ce insistă atât de mult Heisenberg că numai interpretarea școlii de la Copenhaga oferă o *înțelegere* a mecanicii cuantice, răspunsul este la îndemână. Pretenția a fost contestată de cercetători cu cel mai înalt rang printre fizicienii contemporani. Einstein și Schrödinger au respins până la sfârșitul vieții lor această interpretare. Ei au susținut că o înțelegere a faptelor care constituie baza experimentală a mecanicii cuantice va putea fi obținută doar printr-o teorie care satisface acele condiții ale descrierii matematice a naturii care au fost consacrate de fizica clasică. Einstein era de acord cu susținătorii interpretării de la Copenhaga că mecanica cuantică este o teorie fizică corectă deoarece permite calculul și predicția mărimilor stabilite experimental pe baza unui formalism coerent, dar el căuta înțelegerea ei într-o direcție cu totul diferită. Relatările lui Heisenberg asupra discuțiilor pe care le-a purtat cu Einstein și cu Schrödinger, de cele mai multe ori alături de Bohr, lasă să se întrevadă o profundă frustrare. Sursa ei evidentă este constatarea că toate acele considerații matematice și experimentale asupra cărora cad de acord fizicienii competenți și de bună-credință nu au fost în măsură să conducă la un consens în ceea ce privește înțelegerea noii teorii. Cu tot respectul pe care îl poartă și îl mărturisește pentru cercetători de statura lui Planck, Einstein sau Schrödinger, Heisenberg sugerează că numai obișnuințe de gândire adânc înrădăcinate i-ar fi împiedicat pe aceștia să adere la interpretarea de la Copenhaga. La fel ca și lui Bohr, lui Heisenberg i-a fost greu să accepte că ceea ce făcea ca argumentele în favoarea propriei lor interpretări

să nu fie constrângătoare nu sunt simple *prejudecăți*, ci *opțiuni* privitoare la condițiile descrierii naturii în teoriile fizice. Evocarea replicii lui Bohr la sentința lui Einstein „Dumnezeu nu dă cu zarul" — „Dar nu-i putem noi dicta lui Dumnezeu cum să guverneze lumea" — este reprezentativă în acest sens. Bohr și Heisenberg percepeau dificultățile de a extinde consensul fizicienilor și asupra înțelegerii unei teorii cum este mecanica cuantică drept o atingere adusă reprezentării consacrate și dragă inimii lor despre excelența cunoașterii fizice. Răspunzând întrebărilor cunoscutului istoric american al științei Thomas S. Kuhn, Bohr a formulat următoarea reflecție semnificativă cu referire la opoziția fermă a lui Einstein față de interpretarea de la Copenhaga: „Aceasta este, desigur, într-adevăr dificultatea, căci filozoful spune: Dacă fizicienii atomiști nu cad de acord, de ce ne-am îngrijora noi?"

Dialogurile din cartea de față reprezintă mărturia impresionantă a eforturilor pe care le-au desfășurat Bohr și Heisenberg pentru a-i convinge pe colegii fizicieni că nu există o alternativă la interpretarea propusă de ei mecanicii cuantice. Charisma lui Bohr, ca și retorica lui Heisenberg, au făcut, alături de alți factori, ca punctul lor de vedere să fie o perioadă de timp net predominant. Mai târziu, situația s-a schimbat. Schimbarea poate fi ușor percepută prin compararea lucrărilor mai vechi consacrate istoriei și filozofiei mecanicii cuantice cu altele mai recente. Într-o carte reprezentativă pentru prima categorie, Max Jammer afirma despre interpretarea de la Copenhaga, pe care o califica drept interpretarea standard a mecanicii cuantice: „Deși nu în mod necesar singura interpretare logic posibilă a fenomenelor cuantice, ea este *de facto* singura schemă de idei pe deplin clare și consistente, care introduc ordine într-un domeniu altfel haotic de fapte și le fac inteligibile."[5] Peste câteva decenii, într-o cercetare asupra dezbaterilor și confruntărilor din fundamentele fizicii cuantelor, se va ajunge la o concluzie foarte diferită: „Retorica inevitabilității implică imposibilitatea logică a oricărei alternative față de filozofia de la

Copenhaga, ascunzând astfel libertatea interpretativă fertilă pe care o oferă formalismul mecanicii cuantice. În acest fel, filozofia complementarității, care în mod sigur legitimează una din multiplele opțiuni interpretative posibile, a fost transformată într-o ideologie rigidă, care i-a indus în eroare atât pe oamenii de știință, cât și pe oamenii instruiți din afara științei."[6]

Einstein a căutat înțelegerea teoriei cuantelor într-o direcție care ilustrează foarte bine concepția sa asupra cerințelor pe care trebuie să le satisfacă o teorie fizică în genere și asupra sensului înaintării cunoașterii fizice în succesiunea teoriilor. Din punctul de vedere al lui Einstein, o înțelegere a teoriei cuantelor va fi obținută abia atunci când ea va putea fi derivată dintr-o teorie fizică ce va satisface o cerință pe care deocamdată mecanica cuantică nu o satisface, și anume cea a descrierii evoluției în spațiu și timp a sistemelor fizice individuale. Ca și mecanica clasică, mecanica cuantică era văzută de Einstein drept un pas în direcția unificării cunoașterii prin ceea ce el numea „pătrunderea conexiunilor de o generalitate mai adâncă". Deși admitea că mecanica cuantică este teoria fizică cu cel mai mare succes în coordonarea și predicția datelor experienței, Einstein aprecia că ea rămâne o teorie provizorie, incompletă, care va trebui să fie depășită prin integrarea ei într-o teorie mai cuprinzătoare, cu o bază mai largă. Această teorie va face posibilă explicația și predicția unor fapte noi, precum și derivarea principiilor mecanicii cuantice drept un caz particular. Unul din ultimele articole pe care le-a scris Einstein, un text publicat în anul 1948, debutează cu afirmația că mecanica cuantică este o teorie fizică incompletă care va trebui să fie *depășită*: „Îmi închipui că această teorie va fi inclusă într-o teorie ulterioară, la fel cum optica razelor de lumină a fost inclusă în optica ondulatorie: relațiile vor rămâne, baza lor va fi adâncită, respectiv înlocuită cu una mai cuprinzătoare."[7]

În opoziție cu acest punct de vedere, Heisenberg va argumenta că mecanica cuantică este o teorie completă

și definitivă. Un rol important în argumentarea lui îl joacă elaborarea conceptului de *teorie închisă*. Heisenberg caracterizează teoriile închise drept sisteme care asigură descrierea și explicarea unitară a unui domeniu cuprinzător de fapte prin introducerea unor noi concepte sau prin aplicarea într-un mod nou a conceptelor preexistente. Mecanica clasică newtoniană, electrodinamica lui Maxwell și teoria restrânsă a relativității, termodinamica și mecanica statistică sunt asemenea teorii închise. O teorie închisă corespunde unui anumit domeniu al experienței. Abia odată cu pătrunderea într-un nou domeniu al experienței, domeniu în care aplicarea cu succes a conceptelor vechii teorii se lovește de greutăți de nedepășit, vor putea fi stabilite cu suficientă precizie granițele domeniului în care se aplică ea. Astfel, granițele domeniului de aplicare a conceptelor mecanicii clasice au putut fi bine precizate odată cu elaborarea teoriei restrânse a relativității și a mecanicii cuantice.

Nu este greu de văzut ce a urmărit Heisenberg prin elaborarea acestui concept. Dacă mecanica cuantică este o teorie închisă, aceasta înseamnă că pentru un domeniu distinct al experienței conceptele și enunțurile ei vor trebui acceptate ca având un caracter definitiv. Este sensul în care teoria nu va putea fi „îmbunătățită" sau „depășită". Vizând în mod clar punctul de vedere al lui Einstein cu privire la evoluția teoriilor fizice, Heisenberg susține că tocmai elaborarea mecanicii cuantice ar fi evidențiat caracterul iluzoriu al concepției potrivit căreia țelul ultim al fizicii teoretice este descrierea tuturor fenomenelor din natură printr-un sistem conceptual unitar[8]. Totodată Heisenberg subliniază că acele prefaceri în structura gândirii pe care le atrage după sine elaborarea unei noi teorii închise exprimă cerințele adaptării noțiunilor noastre la caracteristicile unui nou domeniu al experienței. Criza care precedă elaborarea teoriei exprimă tocmai rezistența față de asemenea schimbări, acea rezistență pe care o ilustrează atât de bine atitudinea unor fizicieni din generațiile mai vechi față de teoria cuantelor. Este evident că

revenirea insistentă a lui Heisenberg asupra acestei teme avea în vedere în primul rând poziții ca aceea a lui Einstein. Din perspectiva caracterizării mecanicii cuantice drept teorie închisă, Einstein și cei care îi împărtășeau opiniile apăreau drept cercetători conservatori, angajați într-o încercare fără șanse de succes de a obține înțelegerea unor noi domenii ale experienței cu vechiul sistem de concepte și principii ale fizicii câmpului[9]. Astăzi, este greu de spus dacă această judecată a lui Heisenberg a fost sau nu confirmată. Abia evoluția fizicii teoretice într-o perspectivă istorică largă va permite formularea unui verdict definitiv în această privință.

Conceptul de teorie fizică închisă poate suscita discuții și dacă este examinat dintr-o altă perspectivă, drept o contribuție la teoria cunoașterii științifice. Se poate susține cu bune temeiuri că există o anumită tensiune între acest concept și unele considerații ale lui Heisenberg asupra relațiilor dintre teorii fizice fundamentale. Bunăoară, în discuțiile evocate în capitolul *Fizica atomică și gândireea pragmatică*, Heisenberg admite că proprietăți fizice neclasice, care au fost evidențiate de fizica cuantelor, pot fi întâlnite și în lumea macroscopică, descrisă de mecanica newtoniană sau de teoria electromagnetică a lui Maxwell. Ceea ce sugerează că fizica cuantelor oferă o descriere mai adecvată a lumii decât teoriile fizicii clasice. În acest sens, sistemul conceptual al fizicii clasice ar putea fi caracterizat drept un caz-limită al sistemului conceptual al fizicii cuantelor. Fenomenele macroscopice și cele atomice, ca două domenii distincte ale experienței, nu ar fi, prin urmare, despărțite de o graniță clară și netă. Aceasta este o concluzie care nu se armonizează bine cu acele considerații care au stat la baza elaborării conceptului de teorie fizică închisă. Una din implicațiile principiului corespondenței, acceptat de Heisenberg, este că efectele cuantice sau relativiste se produc și în fenomenele cu care avem de-a face în viața de fiecare zi, chiar dacă dimensiunile lor și viteza cu care se mișcă acestea fac imposibilă identificarea lor prin măsurători. Ceea ce nu indică nimic altceva decât

că efectele cuantice se manifestă mai izbitor în lumea atomică decât în lumea obiectelor macroscopice cu care avem de-a face în viața de fiecare zi. Dar aceste efecte există și într-un domeniu și în celălalt[10].

*
* *

Ca cercetător al naturii, Heisenberg a resimțit cu acuitate contrastul dintre natura problemelor științifice și a celor cu care se confruntă oamenii în viața de fiecare zi și în politică. Cele dintâi primesc cu timpul formulări tot mai clare și mai precise, iar soluțiile propuse, oricât ar fi ele de imaginative, pot fi supuse controlului faptelor. Cei avizați vor cădea în genere de acord asupra calificării unor soluții drept reușite și a altora drept neizbutite. Ei vor putea înainta învățând din greșeli. Dimpotrivă, problemele din urmă rezistă celor mai persistente încercări de a li se da o formulare clară, iar soluțiile propuse pentru ele întrunesc rareori acordul celor afectați. Încă și mai greu este să se obțină acest acord atunci când soluțiile propuse au o bază rațională. Pe cât de suveran ne apare omul de știință creator în cele mai de seamă din înfăptuirile sale, pe atât de slab, de neputincios și adeseori dezorientat este el în epoci de criză, de conflicte politice și militare, care generează adesea reacții de adeziune necondiționată, entuziasm colectiv și intoleranță, înăbușind reflecția lucidă și gândirea critică.

Heisenberg a aparținut unei generații care a avut nenorocul să trăiască într-o lume zguduită și zdruncinată de catastrofe cu o intensitate și o amploare fără precedent. În plus, ca fizician atomist, el a fost pus în situația de a lua decizii și de a acționa în momente în care cei ce se aflau în avangarda acestui domeniu al cercetării au fost confruntați cu răspunderi copleșitoare, în situații pronunțat dilematice. Pe cât de norocos a fost Heisenberg să poată lucra într-un domeniu aflat tocmai în anii tinereții și maturității sale într-o epocă unică de înnoiri, pe atât a fost el de lipsit de șansă ca individ pus în situația

de a-și asuma răspunderi în vremuri vitrege, în împrejurări în care nu poate fi găsită, de fapt, o soluție cu adevărat bună.

În centrul existenței tânărului Heisenberg au stat știința, muzica și literatura, excursiile în natură și camaraderia. Despre răspunderile și îndatoririle individului, el nu a avut reprezentări accentuat personale. Și le-a însușit pe cele ale familiei și ale mediului burghez cultivat în care s-a mișcat la München. Politica nu l-a interesat. A fost, ce-i drept, șocat atunci când, însoțindu-l pe profesorul său Sommerfeld la o conferință științifică ce a avut loc la Leipzig în anul 1922, a putut constata că o teorie științifică precum teoria relativității poate fi atacată de fizicieni reputați cu alte argumente decât cele științifice. Acele moravuri profesionale, ca și atmosfera liberală și tolerantă, caracteristice pentru mediile științifice în care s-a format, în preajma unor personalități ca Sommerfeld, Bohr și Born, au făcut ca ceea ce s-a întâmplat la Leipzig să-i apară drept un incident izolat, iar impresia neplăcută pe care a trăit-o atunci să se șteargă treptat. Tânărul Heisenberg a fost, pe de altă parte, un bun patriot în sensul tradițional al cuvântului: îndrăgostit de marea muzică și literatură germană, iubitor al peisajelor și orașelor vechi pe care le-a cunoscut în nenumărate excursii făcute pe jos sau cu bicicleta în tovărășia prietenilor săi. Atașamentul său pentru limba și cultura germană a fost constant și profund. Acest atașament i-a fost întărit de experiențele vieții în colectivități de cercetași. A rămas mereu credincios unui jurământ al cercetașului care suna așa: „Noi, cercetașii, dorim să fim tineri și voioși, să ne ducem viața cu curățenie și sinceritate lăuntrică. Dorim să fim gata cu sfatul și cu fapta oriunde este vorba de a sprijini o cauză bună. Dorim să-i urmăm pe conducătorii noștri în care avem încredere."[11] Unul din biografii lui Heisenberg evocă o mărturie foarte semnificativă pentru rațiunile atașamentului său față de Germania. Întrebat odată de ce nu a părăsit țara după venirea la putere a național-socialiștilor, el a răspuns că în această decizie un rol important l-a jucat

temerea că nu va găsi niciunde în lume acele mici cercuri în care se poate face muzică într-o atmosferă de profundă înțelegere reciprocă.[12]

Nepăsarea și dezinteresul lui Heisenberg pentru politică nu au putut dura prea mult. Numit profesor titular de fizică teoretică la Leipzig, în 1927, înainte de a împlini 26 de ani, a trebuit, prin îndatoririle administrative care îi reveneau, să întrețină contacte cu autoritățile. A putut să constate în noua lui poziție că, din păcate, viața academică și relațiile științifice nu pot fi puse la adăpost de influențele animozităților și confruntărilor care agită viața publică. Iar imediat după venirea la putere a lui Hitler, încă în 1933, alungarea evreilor din universități l-a pus într-o situație deosebit de grea pe tânărul profesor. Nu numai politica noilor autorități, ci și modul de a gândi și de a acționa al fizicienilor antisemiți germani l-a afectat în mod grav, mai întâi ca prieten al multor colegi evrei, iar în al doilea rând ca fizician teoretician. Câteva informații pot fi lămuritoare în ambele privințe.

În primii ani, atitudinea lui Heisenberg față de regimul național-socialist a fost una rezervată, în fond distantă și ostilă. În 1933 a semnat, alături de Planck, Max von Laue și Sommerfeld, o petiție îndreptată împotriva concedierii oamenilor de știință evrei din universitățile germane. A refuzat să participe la reuniunile fizicienilor pronaziști și să răspundă solicitărilor de a-i critica pe fizicienii din emigrație, care atacau regimul instaurat în Germania. Ceea ce i-a și atras reputația de filosemit socotită pe atunci, în cercuri largi, drept degradantă pentru un bun german. În 1937 fizicianul Johannes Stark, principalul asociat al lui Philipp Lenard în campania împotriva „fizicii evreiești", a publicat într-un ziar național-socialist un articol intitulat „Evrei albi în fizică". Aici Heisenberg era menționat drept exemplar pentru acest tip. Stark îl acuza că și-a început activitatea la Leipzig concediind asistenți germani și angajând asistenți evrei, că seminarul său doctoral a fost compus, până în 1933, mai mult din evrei. Despre felul cum era apreciat Heisenberg din punct de vedere

politic spune multe și luarea de poziție scrisă, din același an, a conducătorului organizației național-socialiste a corpului didactic al Universității. Acesta aprecia convingerile lui Heisenberg drept „naționaliste", dar adăuga că el întreține strânse legături cu fizicienii evrei din străinătate și cu cercuri apropiate acestora și că respinge antisemitismul. Este de așteptat ca în contactele prilejuite de călătoriile științifice în străinătate el să nu susțină politica și măsurile autorităților.[13] Cu greu s-ar putea contesta că fizicienii care au îmbrățișat cu entuziasm ideile și acțiunile lui Hitler i-au fost ostili și au avut bune temeiuri să-i fie ostili. Astrofizicianul Bruno Thüring a dat expresie acestei atitudini afirmând, într-o scrisoare către organizația universitarilor național-socialiști din Leipzig, că „Heisenberg este pe deplin pătruns de spiritul evreiesc".

Profesorul din Leipzig era vizat în mod direct de atacurile împotriva teoriei relativității și a fizicii cuantelor. Adversarii „fizicii evreiești" contestau dreptul la existență al fizicii teoretice în general. Într-o broșură publicată în primii ani după război, Stark scria: „Sărbătorita înlăturare a eterului de către Einstein nu este o faptă măreață, ci un pas înapoi distrugător în știința fizică. Introducerea conceptului de eter în optică și electrodinamică, gândirea intuitivă legată de el, s-a dovedit deosebit de fertilă în fizică; eterul a devenit prin cercetarea fizică a unui secol dintr-o ipoteză, un fapt. *O fizică fără eter nu este fizică.*"[14] Într-o cuvântare ținută în decembrie 1935, cu ocazia inaugurării Institutului Philipp Lenard, la Universitatea din Heidelberg, Stark a spus în mod explicit ceea ce avea în vedere opunând „fizica nordică germană" „fizicii lui Einstein": „Senzației și reclamei cu care a fost întâmpinată teoria relativității a lui Einstein le-au urmat teoria matricială a lui Heisenberg și așa-numita mecanică ondulatorie a lui Schrödinger, una mai netransparentă decât cealaltă. În ciuda acumulării de literatură teoretică de acest gen în cantități uriașe, nu s-a ajuns la o cunoaștere deosebită despre realitate în fizică." Heisenberg a reacționat publicând o replică, în februarie 1936. Relațiile formulate de

mecanica relativistă și cea cuantică, sublinia el, au fost confirmate de toate experiențele la care au fost supuse. Cât de departe se ajunsese în aceste discuții o probează observația evident defensivă a lui Heisenberg că aceste teorii se înscriu în tradiția filozofiei lui Kant, neputând fi socotite un corp străin în cultura germană.[15]

Heisenberg a resimțit alungarea evreilor din universitățile germane și contestarea valorii științifice a fizicii teoretice drept o lovitură mortală dată poziției conducătoare pe care o avusese înainte țara sa în cercetarea științifică. S-a gândit în mod serios să părăsească Germania. Pentru el ca persoană, pentru familia lui, pentru continuarea cu succes a carierei sale de cercetător, soluția părea atrăgătoare. Retrospectiv, se poate aprecia că l-ar fi pus la adăpost de mari necazuri. De ce nu a plecat Heisenberg, în ciuda insistenței unor colegi emigrați în America? În cartea de față, ca și cu alte prilejuri, Heisenberg s-a străduit să se explice. El a invocat opinia exprimată de un alt patriot, Max Planck, decanul de vârstă al fizicienilor germani, o personalitate cu un prestigiu profesional și moral incomparabil, care i-a spus într-o discuție din acei ani că dacă toți cercetătorii de vârf vor părăsi Germania, inclusiv și aceia care nu sunt siliți s-o facă din motive rasiale și politice, atunci marea tradiție germană în științele naturii va suferi o prăbușire bruscă și irecuperabilă. Căci și perspectivele formării unor noi generații de cercetători vor fi grav afectate. Heisenberg lasă să se înțeleagă că, alături de legătura lui foarte strânsă cu mediul cultural german, acest argument a fost pentru el hotărâtor. Chiar dacă opoziția cercurilor național-socialiste care l-au împiedicat să obțină catedra de fizică teoretică a Universității din München, devenită liberă prin pensionarea lui Sommerfeld, l-a afectat mult, se pare că decizia de a rămâne în Germania i-a fost întărită de asigurarea, transmisă din cercuri înalte, că atacurile îndreptate împotriva lui vor înceta. Starea de spirit a lui Heisenberg, înainte de a primi aceste asigurări, este bine exprimată în rândurile pe care

i le adresează lui Sommerfeld, în aprilie 1938. Comunicându-i acestuia intenția de a părăsi țara în cazul în care autoritățile nu vor pune capăt unor atacuri ca acelea ale lui Stark, el adaugă: „Că pentru mine ar fi foarte dureros să părăsesc Germania o știți; n-aș vrea să o fac dacă nu va fi neapărat necesar."[16] Referindu-se la răspândirea în întreaga lume a foștilor studenți și doctoranzi ai lui Heisenberg de la Leipzig, după venirea la putere a lui Hitler, unul dintre aceștia, celebrul Edward Teller, scria mai târziu despre profesorul său: „El însuși a fost om de știință și patriot. Ceea ce a devenit o contradicție tragică."[17] Se poate afirma chiar mai mult. Decizia de a rămâne în Germania, oricât de dezinteresată ar fi putut fi aceasta, cel puțin în unele din motivațiile ei, a reprezentat nu doar un handicap pentru cariera ulterioară a unui mare cercetător, dar a atras după sine, în multe cercuri, îndoieli asupra caracterului omului care a fost Heisenberg, în ciuda aprecierii pe care i-au păstrat-o unii emigranți ca Teller.

Situațiile cu care s-a confruntat Heisenberg în anii războiului arată cât de problematică este acea logică ce conduce la acceptarea de răspunderi instituționale și la colaborarea cu autoritățile unui regim care s-a dovedit criminal, din dorința de a salva ceva din ce mai putea fi salvat într-o catastrofă de mari proporții. Deja în toamna anului 1939, Heisenberg a fost mobilizat la Serviciul de înarmare al armatei și a primit însărcinarea de a conduce un proiect de cercetare numit Uraniu. Îndatorirea grupului său era de a stabili care sunt perspectivele producerii energiei atomice și ale utilizării ei în scopuri militare. S-a precizat că și un rezultat negativ al cercetărilor este important, deoarece el ar oferi asigurarea că armata germană este la adăpost de pericolul ca inamicul să poată construi arme noi, cu un imens potențial distructiv. Heisenberg și colaboratorii săi ar fi putut refuza să lucreze la acest proiect, desigur cu riscul de a fi trimiși pe front. În acel moment, ei au considerat însă că au toate motivele pentru a accepta și nici unul pentru refuz. Ei apreciau posibilitatea

producerii energiei atomice drept o problemă deschisă, iar utilizarea ei militară drept puțin probabilă. Chiar dacă o armă atomică ar putea fi construită, credeau ei, aceasta s-ar putea întâmpla doar mai târziu, după încheierea războiului. În schimb, construirea unui reactor care să producă energie le apărea drept un obiectiv care merită urmărit cu cea mai deplină angajare. În plus, munca la acest proiect putea salva viețile multor tineri fizicieni, care altfel ar fi fost trimiși pe front.

Heisenberg a crezut că lucrând ca fizician atomist în anii războiului ar putea realiza turul de forță de a fi sincer cu autoritățile, a servi cauza poporului german și a rămâne credincios principiilor sale morale. El nu a avut rețineri în a accepta răspunderi instituționale. În primăvara anului 1942, a fost numit directorul Institutului de fizică al Societății Kaiser-Wilhelm din Berlin, iar în toamnă profesor de fizică teoretică la Universitatea din Berlin. Publicistului Robert Yungk, care a publicat în anii '50 o carte despre bomba atomică, Heisenberg i-a mărturisit: „Într-o dictatură pot opune rezistență numai cei care simulează colaborarea cu regimul. Dacă cineva se manifestă deschis împotriva sistemului, este evident că se lipsește de orice mijloace de a opune o rezistență activă."[18] Heisenberg pretindea, așadar, că în anii războiului el a ales în mod premeditat calea rezistenței active, cu prețul inevitabil al compromisurilor pe care le impuneau relațiile sale cu instituțiile statului nazist. După război, această pretenție a suscitat reacții extreme. Una dintre ele este bine ilustrată de ceea ce îi scria fostul său profesor Max Born lui Einstein: „Cei mai mulți oameni de știință germani au colaborat cu naziștii. Chiar și Heisenberg a lucrat cu toate puterile pentru acești criminali."[19] Cealaltă reacție este afirmația că purtarea lui Heisenberg ar fi fost ireproșabilă, că el a făcut lucrul cel mai bun pe care putea să-l facă în împrejurările date. Ambele judecăți pot fi înțelese. În logica primeia, fie și numai colaborarea cu autoritățile unui regim care a creat „lagărele morții" justifică o condamnare morală.

Cea de-a doua este susținută de constatarea că Heisenberg a contribuit în mod hotărâtor la neangajarea fizicienilor atomiști germani în cursa pentru construirea unei bombe atomice. Și ar fi facil să calificăm această afirmație drept o simplă încercare de a-l apăra pe Heisenberg. Să ne închipuim că el și colaboratorii săi ar fi fost atașați cauzei regimului și ar fi dorit cu orice preț să-l ajute pe Hitler să câștige războiul. Ce ar fi trebuit să facă ei în acest caz? Fără îndoială să încerce să convingă guvernul că proiectului construirii unei bombe atomice trebuie să i se acorde prioritate absolută, că în acest scop trebuie mobilizate toate resursele disponibile. Este tocmai ceea ce s-a făcut în America în cazul proiectului Manhattan. Contrastul dintre atitudinea celor care au inițiat și au înfăptuit acest proiect și cea a grupului lui Heisenberg, care dorea să construiască un reactor, nu o bombă, și să-și scutească colaboratorii de serviciul militar activ, este bătător la ochi. Ar fi putut adopta un fizician atașat regimului poziția lui Heisenberg, care în vara anului 1942 a informat conducerea militară că, deși producerea bombei este în principiu posibilă, ea ar cere eforturi și cheltuieli imense, condiții, resurse, personal tehnic care nu mai pot fi asigurate în Germania în acea fază a desfășurării războiului, și că nici inamicul nu o va putea produce până la încheierea ostilităților? Nu ar fi trebuit un asemenea fizician să acționeze cu totul altfel? Nu a fost hotărârea luată atunci ca armata să renunțe la proiect și ca grupul să continue să lucreze cu mijloace relativ modeste doar la construirea unui reactor, menit să producă energie, consecința încrederii autorităților nu numai în competența, ci și în loialitatea lui Heisenberg? Pentru a nu aminti de încercările bine intenționate, chiar dacă nu și realiste, ale lui Heisenberg de a transmite fizicienilor din cealaltă tabără că partea germană nu lucrează la producerea bombei și ar fi bine ca ei să procedeze la fel? Nu au reprezentat toate acestea „rezistență activă"?

După război, Heisenberg a respins totuși sugestia că, susținându-se angajării în proiectul construirii bombei, fizicienii germani s-ar fi dovedit superiori din punct de vedere moral colegilor lor din Statele Unite. Căci aceștia au fost îndreptățiți să considere obiectivul conducerii politice și militare — obținerea victoriei — drept propria lor cauză. Grupul angajat în proiectul Uraniu a avut, dimpotrivă, șansa să poată argumenta convingător că perspectivele construirii unei arme bazate pe energia atomică, care să poată fi utilizată în războiul în curs de desfășurare, sunt cu totul nerealiste. Ceea ce a implicat, desigur, o doză de duplicitate, în măsura în care liderii grupului susțineau că obiectivele militare nu pot fi realizate pur și simplu în timp util, ascunzând că ei nu doresc să le înfăptuiască, să-i ofere bomba lui Hitler.[20] Ceea ce le-a reproșat după război Heisenberg colegilor săi americani este că ei au abandonat controlul folosirii armei, lăsând decizia pe seama politicienilor și militarilor. Pe de altă parte, el a întâmpinat cu amărăciune și sentimente de frustrare insinuările repetate ale unor fizicieni și istorici că grupul pe care l-a condus ar fi dorit să construiască bomba, dar nu a reușit. Heisenberg a recunoscut în schimb că s-a străduit până la sfârșitul războiului să pună în funcțiune un reactor care să producă energie și că pentru el nereușita a reprezentat o înfrângere dureroasă.

*
* *

Heisenberg nu a regretat că nu a părăsit Germania, chiar dacă el a presimțit că așa-numita revoluție național-socialistă va reprezenta o catastrofă, atât pentru poporul german, cât și pentru știința germană. După război, în 1945, a reacționat la invitația unui fost coleg care lucra pentru armata americană de a se stabili în Statele Unite spunând: „Germania are nevoie de mine." Totodată, Heisenberg a lăsat să se înțeleagă că își dă seama cât de mare a fost prețul pe care a trebuit să-l plătească, cât a pierdut în acest fel nu numai ca cercetător,

ci și în ceea ce privește imaginea lui în cercuri influente. Ne putem închipui cum a resimțit Heisenberg acele comparații care l-au opus personalităților și caracterelor exemplare care au fost Einstein și Bohr. Străduințele care au marcat a doua parte a carierei sale pot fi văzute ca tot atâtea încercări de a conferi vieții sale cât mai multă consistență în lumina acelor opțiuni care și-au pus mai înainte pecetea pe deciziile și acțiunile sale. Heisenberg a dorit să contribuie la recâștigarea a ceva din prestigiul de care s-a bucurat știința germană în anii tinereții sale, atât ca purtător de cuvânt recunoscut al comunității cercetătorilor din țara lui, cât și prin strălucirea unei reușite științifice personale excepționale.

Capitolele finale ale cărții pot fi citite din această perspectivă. Modul de a gândi al lui Heisenberg se conturează aici cel mai bine prin opoziție și confruntare cu o viziune accentuat pragmatică asupra utilizării rațiunii în știință. În această viziune, el a perceput pericolul rupturii de ceea ce a socotit a fi trăsătura distinctivă a tradiției culturii occidentale, echilibrul dintre lărgirea orizontului cunoașterii și înțelegerii, pe de o parte, și creșterea puterii asupra lucrurilor, pe de altă parte. Este un echilibru care va putea fi păstrat și consolidat numai dacă cercetarea științifică va fi orientată spre ceea ce Heisenberg în „pătrunderea marilor conexiuni". Este sensul în care inspirația filozofică este și rămâne esențială pentru știință. Motivația profundă a angajării lui Heisenberg în acele cauze pe care le-a susținut ca personalitate a vieții publice și ca cercetător a stat tocmai în această credință. Este credința care s-a exprimat cu deosebită forță în ultimul său mare proiect de cercetare. În spiritul tradiției umaniste europene, Heisenberg vedea în știința teoretică nu numai, și nu în primul rând, o slujitoare a nevoilor materiale, o sursă de creștere a puterii oamenilor, ci o ieșire din orizontul gândirii comune, o expresie superioară a năzuinței minții omenești spre înțelegere. Este viziunea care s-a exprimat în mod exemplar în abordarea propusă de Heisenberg în fizica particulelor elementare.

Întrebarea cu privire la ultimele elemente constitutive ale universului, o întrebare formulată mai întâi de filozofi în orizontul gândirii pure, speculative, a intrat în era cercetării structurii atomului și a descoperirii particulelor numite „elementare" într-o nouă etapă a investigației științifice. Potrivit unui mod de gândire influent în rândul fizicienilor atomiști, la fel cum un corp macroscopic este compus din părți, la rândul lor aceste părți sunt compuse din atomi, iar atomii din „particule elementare". Obiectivul inspirat de acest mod de a gândi este de a stabili dacă există elemente constitutive ultime, particule fundamentale lipsite de orice structură și care sunt acestea. Identificarea lor ar însemna încoronarea cercetărilor asupra structurii materiei. Marea ambiție a lui Heisenberg a fost să elaboreze, pornind de la rezultatele cercetărilor experimentale, o teorie unificatoare, care marchează o îndepărtare radicală de orizontul de gândire al atomisticii tradiționale. Este vorba de o reactualizare a viziunii lui Platon, pentru care realitatea ultimă este forma matematică, nu substanța constituită din particule. Semnificația experimentelor prin care se încearcă să se determine structura particulelor elementare, prin bombardarea acestora cu alte particule accelerate la energii înalte, va putea fi bine înțeleasă, credea Heisenberg, doar din această perspectivă. Particulele care iau naștere din aceste ciocniri sunt „elementare" doar în sensul că nu există unele mai simple decât ele. Dar ele nu pot fi caracterizate drept elemente constitutive ale altor particule. Toate „particulele elementare", unele cu durată de viață foarte scurtă, nu sunt decât stări staționare ale unei substanțe unice, substanță pe care o putem numi *energie* sau *materie*. Particulele iau naștere din această substanță și sunt anihilate prin transformarea lor în această substanță. Nu există, prin urmare, particule mai simple decât cele care au fost deja identificate experimental. Căutarea unor particule mai simple prin experimente tot mai costisitoare ar fi fost inspirată de ceea ce Heisenberg a numit „o filozofie proastă". Realitatea ultimă este energia, acel continuu pe

care îl desemnează termenul *câmp*. Obiectivul pe care l-a urmărit Heisenberg, în ultima parte a carierei sale de cercetător, a fost elaborarea unei teorii matematice unitare a câmpului, o teorie care să permită deducerea proprietăților „particulelor elementare" din caracteristicile de simetrie ale ecuațiilor și să explice astfel spectrul particulelor. Succesul acestei încercări ar fi însemnat triumful ideii platonice, ideea că la început a fost simetria, asupra ideii democritiene care afirmă primatul particulei.

Către sfârșitul anilor '50, Heisenberg a crezut că a făcut pași importanți pe linia găsirii ecuațiilor fundamentale ale acestei teorii, cu deosebire atunci când s-a bucurat, pentru o perioadă de timp, de aprobarea și colaborarea lui Pauli, fizicianul unanim recunoscut și apreciat pentru mintea sa excepțional de lucidă și de critică. Speranța unei apropiate „clarificări depline a fizicii particulelor elementare" l-a împins pe Heisenberg să încerce să-și asigure prioritatea. După expuneri făcute în cercuri științifice mai restrânse, el a prezentat o schiță a teoriei sale unitare a câmpului unui public mai larg, la 25 aprilie 1958, cu ocazia împlinirii a 100 de ani de la nașterea lui Max Planck, inițiatorul fizicii cuantelor. Presa a scris atunci că ecuațiile noii teorii ar permite, pentru prima dată în istoria fizicii, derivarea tuturor fenomenelor cunoscute. Heisenberg a protestat, ce-i drept, împotriva acestor exagerări jurnalistice, precizând că este vorba de un proiect asupra căruia va decide cercetarea anilor următori. Este însă evident că el spera atunci să reușească acolo unde nu reușise Einstein. Ar fi fost o afirmare supremă a viziunii lor comune asupra științei teoretice a naturii, ca străduință îndreptată spre dezvăluirea conexiunilor de cel mai înalt nivel de generalitate, a căror cunoaștere oferă deplină satisfacție rațiunii, într-o lume orientată tot mai pragmatic. Și ar fi fost o revanșă târzie a lui Heisenberg, a științei germane, după umilitoarele comentarii pe care le-a prilejuit, în anii de după război, eșecul proiectului Uraniu.

Teoria în care Heisenberg și-a pus atâtea speranțe a fost întâmpinată cu reținere de majoritatea colegilor

fizicieni. Nu i-a fost dat să-și încheie cariera de cercetător cu o biruință de proporțiile celei care i-a marcat începutul. Colaboratorul și prietenul său apropiat, von Weiszäcker, a caracterizat situația, într-un volum consacrat mentorului său cu ocazia împlinirii vârstei de 70 de ani, scriind: „Mecanica cuantică ne apare drept o campanie victorioasă, teoria câmpului ca un război de poziții istovitor."[21] Reacția fizicienilor care nu au împărtășit viziunea grandioasă, eroică a lui Heisenberg asupra obiectivelor supreme ale științei seamănă cu cea a sobrului chimist Berzelius față de teoriile colegului său Justus Liebig. Berzelius îi scria lui Liebig: „Predispoziția poetică a minții tale, legată cu o mare ușurință a exprimării, te conduce pe câmpul fără granițe al teoriei, acolo unde tocmai predispoziția poetică reprezintă însoțitorul cel mai primejdios." Este, oare, prea devreme să se afirme dacă și în ce măsură e îndreptățit un asemenea scepticism?

NOTE

1 A. Hermann, *Heisenberg*, Rowohlt Verlag, Reinbeck bei Hamburg, 1976, p. 8.
2 *Ibidem*, p. 22.
3 *Ibidem*, p. 37.
4 W. Heisenberg, „Die Kopenhagen Deutung der Quantentheorie", în W. Heisenberg, *Quantentheorie und Philosophie*, Reclam, Stuttgart, 1979, pp. 44–45.
5 M. Jammer, *The Conceptual Development of Quantum Mechanics*, McGrow-Hill Book Company, New York, 1966, p. VII.
6 M. Beller, „The Sokal Hoax: At whom are we laughing?", în *Physics Today*, sept. 1998, p. 33.
7 A. Einstein, „Mecanica cuantică și realitatea", în A. Einstein, *Cum văd eu lumea?*, traducere de M. Flonta, I. Pârvu, D. Stoianovici, Humanitas, București, 1996, p. 148.

8 Vezi W. Heisenberg, „Conceptul de teorie închisă în știința modernă a naturii", în W. Heisenberg, *Pași peste granițe*, traducere de I. Pârvu, Editura Politică, București, 1977, p. 86.
9 Pentru dezvoltarea acestei teme, vezi M. Flonta, „Succesiune de teorii închise sau așezare mai în adâncime a fundamentelor? Două perspective asupra evoluției teoriilor în fizica modernă", în *Analele Universității București*. Filozofie, anul XLIX, 2000, pp. 91–116.
10 Subliniind că din punctul de vedere al principiului corespondenței fizica neclasică poate fi calificată drept o mai bună aproximare a unor caracteristici ale fenomenelor fizice în raport cu cea clasică și, în acest sens, drept o „îmbunătățire" a descrierii teoretice, un critic conchide că „dacă teoriile sunt corelate în acel mod profund ilustrat de principiul corespondenței, ca una dintre relațiile posibile care există între două teorii, atunci nu poate fi corect că teoriile posedă domeniile lor exclusive de date și că se poate pretinde că ele sunt adevărate numai pentru aceste domenii." (Friedel Weinert, „The Correspondence Principle and the Closure of Theories. Two Incompatible Aspects of Heisenberg's Philosophy of Science", în *Erkenntnis* 40, 1994, p. 320).
11 Citat după Helmut Rechenberg, „Heisenberg und die Jugendbewegung 1919–1933", în (Hg.) H. Rechenberg, G. Wiemers, *Werner Heisenberg 1901–1976*, Beucha, Sax-Verlag, 2001, p. 25.
12 Vezi A. Hermann, *op. cit.*, p. 27.
13 H. Rechenberg, G. Wiemers, „Heisenberg und das Reicherziehungsministerium 1936–1941", în *Werner Heisenberg 1901–1976*.
14 J. Stark, *Die gegenwärtige Krisis in der deutschen Physik*, 1922.
15 *Apud* H. Rechenberg, G. Wiemers, *op. cit.*, p. 62.
16 *Ibidem*, p. 63.
17 E. Teller, „Heisenberg und die Quantenmechanik", în H. Rechenber, G. Wiemers, *op. cit.*, p. 37.
18 R. Yungk, *Mai strălucitor ca o mie de sori*, Editura Politică, București, 1966, p. 87.
19 Citat după A. Hermann, *op. cit.*, pp. 66–67.
20 Pentru o discuție cuprinzătoare a acestui caz, în cadrul unei reflecții asupra situației dilematice a elitelor în regimuri dictatoriale, vezi M. Flonta, „Colaborare sau ieșire din scenă? Situația dilematică a elitelor în regimuri dictatoriale, ilustrată de cazul Heisenberg", în *Revista de Filozofie*, 5-6, 2002, pp. 581–598. Pentru o versiune engleză și franceză, vezi *Romanian Review* și *Revue Roumaine*, 2007.
21 Citat după A. Hermann, *op. cit.*, p. 115.

CUPRINS

1. Prima întâlnire cu teoria atomică (1919–1920) 9
2. Hotărârea de a studia fizica (1920) 27
3. Conceptul de „înțelegere" în fizica modernă (1920–1922) 43
4. Învățăminte despre politică și istorie (1922–1924) 63
5. Mecanica cuantică și o discuție cu Einstein (1925–1926) 81
6. Plecarea către lumea nouă (1926–1927) 97
7. Prime discuții despre relația științelor naturii cu religia (1927) 112
8. Fizica atomică și gândirea pragmatică (1929) 126
9. Discuții despre relația dintre biologie, fizică și chimie (1930–1932) 139
10. Mecanică cuantică și filozofie kantiană (1930–1932) 157
11. Discuții despre limbaj (1933) 168
12. Revoluție și viață universitară (1933) 188
13. Discuții despre posibilitățile tehnicii atomice și despre particulele elementare (1935–1937) 206
14. Acțiunea individuală în miezul catastrofei politice (1937–1941) 219
15. Drumul către noul început (1941–1945) 237
16. Despre responsabilitatea cercetătorului (1945–1950) 254

17. Pozitivism, metafizică și religie (1952) 271
18. Dezbateri în politică și știință (1956–1957) 287
19. Teoria unitară a câmpului (1957–1958) 302
20. Particule elementare și filozofie platoniciană (1961–1965) 310

Apologia lui Heisenberg
Postfață de Mircea Flonta 323